



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



**Tesis:**  
**Composición Química de 4 alimentos de alto  
 consumo en la República Mexicana**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA

Guadalupe Mondragón Álvarez



EXAMENES PROFESIONALES  
 FACULTAD DE QUÍMICA

México, D. F.

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado asignado:**

<b>Presidente</b>	Prof. Ángela Sotelo López
<b>Vocal</b>	Prof. Bernardo Lucas Florentino
<b>Secretario</b>	Prof. Leticia Gil Vieyra
<b>1er suplente</b>	Prof. Bertha Julieta Sandoval Guillén
<b>2o suplente</b>	Prof. Luz Sandra Sánchez del Ángel

Sitio donde se desarrolló el tema

Laboratorio 111, Conjunto E, Facultad de Química, Ciudad Universitaria



Asesora, M. en C. Ángela Sotelo López



Supervisora Técnica, M. en C. Lucía Cornejo Barrera



Sustentante, Guadalupe Mondragón Álvarez

## Dedicatorias

A Guadalupe y Carlos, los padres que me han guiado dando siempre lo mejor de sí.

A Carlos, el hermano que ha sido mi amigo de toda la vida.

A Eduardo, el novio con el que he aprendido y compartido tanto.

## Agradecimientos

De todo corazón agradezco la colaboración para la realización de este trabajo,

A Rosa María Argote por su ayuda constante en la parte experimental.

A Irene Montalvo por su colaboración en el análisis de vitamina A.

A Virginia Souza y Miguel Hernández por su ayuda en la determinación de minerales.

A Lucía Cornejo por las facilidades prestadas para la realización en general.

A Victorina Platas por tener siempre una sonrisa y palabras de aliento durante mi estancia en el laboratorio.

A María Eugenia Fuentes por su auxilio en cuestiones gráficas.

A Carlos Mondragón por las facilidades de hardware prestadas.

A Eduardo Pérez por su ayuda en la elaboración del trabajo escrito.

A Federico García por su colaboración en la revisión del texto.

# Índice

Introducción	7
--------------	---

## **PRIMERA PARTE: Antecedentes**

Capítulo I	Alimentación y nutrición en México	11
Capítulo II	Aspectos Importantes de una buena nutrición	15
Capítulo III	Alimentos de mayor consumo en México	24
Capítulo IV	Tortilla	28
Capítulo V	Frijol	38
Capítulo VI	Plátano	45
Capítulo VII	Leche	54

## **SEGUNDA PARTE: Objetivos y descripción del trabajo**

Capítulo VIII	Objetivos y justificación	65
Capítulo IX	Metodología	67

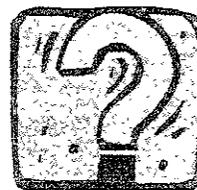
## **TERCERA PARTE: Resultados**

<b>Capítulo X</b>	<b>Resultados</b>	<b>88</b>
	Tortilla	89
	Frijol	103
	Plátano	116
	Leche	129

## **CUARTA PARTE: Conclusiones**

<b>Capítulo XI</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>146</b>
<b>Bibliografía</b>		<b>148</b>

## Introducción



---

México cuenta con una vasta diversidad de recursos naturales para proveer a su población de una dieta que satisfaga sus necesidades. Sin embargo, no basta la existencia de dichos recursos pues su inadecuada utilización impide tener un pueblo bien alimentado. Existen además otras causas de tipo económico, político, social, de educación y de salud que influyen en la situación de nutrición de las familias. Es por lo anterior que se necesita de un esfuerzo multidisciplinario para resolver el problema de la alimentación.

La buena nutrición se logra con el adecuado manejo del consumo de los alimentos con los que se cuenta. Es importante considerar aspectos como la naturaleza del alimento, el contenido de los distintos nutrimentos, la combinación que se debe lograr de los alimentos, así como las recomendaciones que emiten distintas organizaciones de salud de la ingesta de ciertos nutrimentos al igual que la energía necesaria para la realización de las actividades diarias de cada individuo.

Las tablas de composición química de los alimentos son una herramienta muy útil en el conocimiento de las proporciones de nutrimentos que éstos aportan cuando se ingieren, sin embargo, la información presenta ciertas deficiencias: dar los valores de manera puntual cuando la composición no es un valor constante, dar las cifras de alimentos crudos cuando no se consumen de esa manera, no aclarar la procedencia de las muestras analizadas, no aclarar los métodos empleados en el análisis y no incluir alimentos tal y como son consumidos por la población.

En el caso de México, los valores de las tablas que se utilizan son reportados por el Instituto Nacional de la Nutrición “Salvador Zubirán” (INNSZ), los cuales en muchos casos son producto de investigación bibliográfica y no de análisis de laboratorio. No obstante se han logrado incrementar las referencias que son producto de experimentación realizada por el Instituto. Las tablas necesitan aún ser completadas y es un proceso que lleva tiempo.

En México, el consumo de diferentes alimentos es influenciado por distintos factores como el lugar de vivienda, ya que hay diferencias entre las zonas urbanas y las rurales; el estrato social, ya que en algunos casos se cae en una ingesta monótona de alimentos con carencias nutrimentales y en otros sobrepasa el consumo necesario de energía o proteínas; la situación económica de las familias; la educación; e incluso la política. En general, los alimentos que en mayor proporción se consumen son: la leche, la tortilla, el frijol, el huevo, el arroz, el pan, el pollo, la naranja y el plátano.

En el presente trabajo se seleccionaron cuatro alimentos de alto consumo en la República Mexicana para obtener su composición química y evaluar las posibles diferencias con los valores reportados en las tablas así como las deficiencias que pueden presentarse con su consumo respecto de ciertos nutrimentos establecidos en las recomendaciones.

Los análisis realizados fueron de humedad, grasa, fibra, cenizas y proteína, conocidos en conjunto como análisis proximal o bromatológico; siguiendo los métodos dictados por la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC) y las normas mexicanas correspondientes. Asimismo se realizaron análisis de vitamina A por Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (HPLC) y de tres minerales (hierro, calcio y zinc) por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Los resultados obtenidos mostraron que las diferencias de los alimentos entre las muestras eran mayores para alimentos en los que la preparación no es controlada, como el caso de los frijoles. Para el caso de un proceso controlado, como la tortilla, las diferencias son menores. Para el plátano las muestras mostraban más similitudes por no sufrir ningún tratamiento.

Lo mismo se esperaba para el caso de la leche, sin embargo se vio que los diferentes procesos a que se somete influyen en su composición, no obstante que está establecido por ley que debe mantenerse a ciertos niveles.

Las diferencias con los valores de tablas fueron evidentes en los casos del frijol y plátano. Las muestras de leche y tortillas presentaron similitudes con las referencias consultadas.

Al evaluar la proporción de nutrimentos que se cubre con las ingesta de los 4 alimentos, se vio que los minerales pueden alcanzar las proporciones deseadas, mientras que en el resto se tienen deficiencias por lo que es necesario ingerir otros alimentos para cubrir los requerimientos diarios. Es recomendable variar el consumo de los alimentos para no caer en una dieta monótona.

# Primera Parte: Antecedentes



# CAPÍTULO I

## Situación actual de la nutrición en México



---

México es un país que ocupa 1 964 375 km<sup>2</sup>, al norte y sur del Trópico de Cáncer<sup>33</sup>. Por su localización geográfica está en una zona de transición climática, con condiciones de aridez al norte, cálidos húmedos y subhúmedos en el sur y climas templados y fríos en las zonas centrales. La variedad de ecosistemas es amplia, entre éstos se encuentran: bosque de montaña, bosque tropical, bosque de coníferas, bosque espinoso, pastizales y matorrales.

Como resultado de su clima, historia geológica y topografía México es el tercer país más rico en especies animales y vegetales, i.e. el tercer país más biodiverso del mundo, siguiendo a Brasil y Colombia<sup>63</sup>. Como prueba de lo anterior se puede citar que México ocupa el cuarto lugar mundial en plantas con 30, 000 especies, el primer lugar en número de especies reptiles con 717, el segundo en mamíferos con 449 y el cuarto en anfibios con 282<sup>33</sup>. Con todo esto México posee el 10% de la fauna y flora del mundo<sup>63</sup>.

Esta abundancia de recursos naturales ha aportado al mundo diversos cultivos que han adquirido gran importancia en la alimentación del hombre, entre ellos se pueden citar: el maíz (*Zea mays* L), el algodón (*Gossypium hirsutum*, *G. mexicanum*), el frijol común (*Phaseolus vulgaris*), diferentes variedades de calabaza (*Cucurbita ficifolia*, *C. melnosperma*, *C. moschata*, *C. mixta*), el chayote (*Sechium edule*), el chile (*Capsicum annum*, *C. frutescens*), la jícama (*Pachyrhizus angulatus*), el maguay (*Agave atrovires*), el henequén (*Agave ixtli*), el jitomate (*Lycopersicum cerasiforme*), el cacao (*Theobroma cacao*), el achiote (*Bixa orellana*), el mamey (*Calocarpum mammosum*), la papaya (*Carica papaya*), el aguacate (*Persea schiedeana*), la guayaba (*Psidium guajaba*) y la vainilla (*Vanilla fragans*), entre otros<sup>96</sup>.

Con lo anterior se puede reconocer la gran variedad de alimentos que puede ofrecer el suelo mexicano. No obstante, es de notarse que no solamente existe una gran biodiversidad, sino que también hay una producción importante de algunos cultivos, como el caso de melones, mangos, chiles, calabazas, jitomates, naranjas, limones, uvas y plátanos<sup>21</sup>. Por otro lado, es muy nombrado que la cocina mexicana es muy variada y sus platillos tienen fama internacional.

En contraste, no obstante que se tienen los recursos para ser un pueblo bien alimentado, el mexicano no se caracteriza por tener una alimentación balanceada. Esta situación se viene dando desde tiempos remotos, ya que, según estudios arqueológicos, desde tiempos de los mayas existen problemas de desnutrición y es por ello que la talla de estos pobladores era muy baja<sup>48</sup>.

Hoy en día el consumo de alimentos en México consiste principalmente de una mezcla de maíz, frijol, quelites, frutos tropicales, carne, leche y huevo que en conjunto ofrecen la posibilidad de tener una dieta balanceada y nutritiva<sup>47</sup>. Desafortunadamente es poca la población que mezcla sus alimentos de una manera adecuada y la mayoría cae en una dieta monótona. En general, la tendencia es irse a uno de dos extremos, según los antecedentes y condición económica de las familias. El primero, el consumo de productos autóctonos en las zonas rurales del país; donde se da un elevado consumo de tortillas. En este caso las deficiencias en la ingesta de proteínas son importantes, sobre todo en niños quienes sufren desnutrición. El segundo extremo, es el de la población que adopta la “dieta occidental”, donde se exagera el consumo de grasas saturadas y colesterol, causando enfermedades crónicas; caso que se da en las zonas urbanas.

Dada la creciente invasión de productos industrializados, se ha tendido a aumentar el consumo de estos productos en lugar de otros de mayor importancia nutritiva. Como ejemplo tenemos el caso de los refrescos, cuya industria en 1999 tuvo el quinto lugar en volumen de producción en la industria de alimentos con un índice de 126.6, valor no lejano al de la leche con 132.2.

Según información contenida en la *Encuesta de Alimentación en el Medio Rural (ENAL89)*<sup>47</sup> para 1989 del 6 al 48% de la población de estas comunidades consumía refrescos. En la *Encuesta de Alimentación y Nutrición en el medio rural (ENAL96)*<sup>35</sup> para 1996 los valores ascendieron del 9 al 57 %. Para el caso de las comunidades urbanas<sup>8</sup> estos productos ocupan el tercer lugar en alimentos de mayor consumo.

La ingesta de proteínas a nivel nacional ha ido aumentando con los años, pero los niveles de desnutrición infantil siguen siendo graves, ya que, por ejemplo en el medio rural de 1974 a 1996 el indicador en peso por edad en niños se ha mantenido similar en lugar de presentar una mejora<sup>35</sup>. Según información de la Organización Mundial de la Salud<sup>60</sup> el nivel de crecimiento deficiente en niños de 5 años es del 27% y el de muerte infantil del 6%.

La evolución en el proceso alimentario en el medio rural se ha detenido o incluso ha retrocedido, como en el caso de los estados de Guerrero, Michoacán y Tlaxcala<sup>35</sup>.

En el caso de la zona urbana los niveles de desnutrición en niños son menores. La *Encuesta Urbana de Alimentación y Nutrición en la Zona Metropolitana de Ciudad de México, (ENURBAL95)*<sup>8</sup> muestra que el indicador de peso para la talla en menores muestra un 16% de niños con carencias y un 13.6% con sobrepeso, siendo el resto dentro del rango de normalidad. La proporción de niños con problemas de nutrición es relativamente baja, pero si se considera que las ciudades albergan millones de habitantes, las cifras absolutas son considerables alcanzado la cantidad de 70 mil niños afectados por la desnutrición. El estrato social es un factor clave que influye en la alimentación de los habitantes, en estratos bajos, por ejemplo, uno de cada veinte niños sufren desnutrición moderada y severa sobre todo en el primer año de vida, mientras que en estratos altos el sobrepeso es una condición del 30% de los niños en el mismo periodo.

Existen otras causas además de una alimentación deficiente que provocan la desnutrición, como las enfermedades infecciosas que son muy comunes entre la población, por ejemplo tenemos los niveles de diarrea en niños de comunidades rurales que van del 8 al 30%<sup>35</sup>.

Otro factor es la condición económica de las familias, que limita la adquisición de alimentos, el ejemplo aquí es que en 1996 una de cada tres familias en el medio rural gastaba menos de 20 pesos por persona semanales en alimentos<sup>35</sup>.

Los aspectos políticos también interfieren en el desarrollo de las comunidades; es muy lamentable ver que cada nuevo gobierno establece planes para mejorar la calidad de la alimentación, pero desgraciadamente no existe continuidad y dichos planes se quedan como recuerdo. Tenemos diversos ejemplos de ello<sup>34, 35</sup> a principios de la década de los 70 se intentó establecer un Programa Nacional de Alimentación, en 1979 el Sistema Alimentario Mexicano, en 1994 el Primer Censo Nacional de Talla en escolares, en 1995 el Programa de Alimentación y Nutrición Familiar, y en la actualidad la creación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (ISAGARPA).

Finalmente la educación es un punto clave en el desarrollo de las personas y el medio por el cual se pueden informar las maneras adecuadas de alimentación para tener una dieta que realmente satisfaga las necesidades de los individuos. Desgraciadamente la población en general no tiene conocimientos en materia de nutrición, por ejemplo, en la ENURBAL 95<sup>8</sup> se detectó que en estratos altos el 75% de los encuestados desconocían los grupos de alimentos y en los bajos hasta el 93%, asimismo la información que se obtiene en esta materia es principalmente de la televisión y en menor grado del médico familiar.

En suma, son diversas las causas que ocasionan que la población no se encuentre bien alimentada, es una cuestión compleja e implica aspectos de tipo económico, social, político, de educación y de salud. Para resolver el problema se requiere de un esfuerzo multidisciplinario y continuo que efectivamente disminuya los factores antes descritos.

## CAPÍTULO II

### Aspectos importantes de una buena nutrición



---

Hasta el momento se ha hablado de la carencia de una buena alimentación de la población mexicana en general. Es importante ahora destacar lo que se entiende por una buena alimentación.

#### Nutrimentos

El ser humano para poder crecer, desarrollarse y mantenerse sano necesita consumir alimentos. Ellos deben proporcionarle los elementos necesarios para realizar sus diferentes procesos metabólicos, por un lado proporcionan energía y por otro los compuestos químicos conocidos como nutrimentos: agua, proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, y vitaminas. Algunos de ellos son indispensables, i.e. el organismo no los puede elaborar en cantidad suficiente para cumplir con sus necesidades. A continuación se explica la naturaleza de estos componentes para comprender mejor su importancia<sup>56, 103</sup>:

*Agua:* es el componente más abundante en los alimentos y es el que más variaciones tiene. Entre sus funciones se encuentran: como transporte de nutrimentos, para llevar a cabo reacciones químicas, como disolvente, como lubricante, en la regulación de la temperatura corporal, entre otros. Se recomienda ingerir aproximadamente 2.5 litros de agua al día para satisfacer las necesidades del organismo.

*Grasa:* es el componente con propiedades de lípido, i.e. que es soluble en disolventes orgánicos. La fracción de mayor importancia es la de los triglicéridos, pero también se encuentran fosfolípidos, esteroides y ácidos grasos libres.

Estos compuestos tienen diversas funciones, como la producción de energía, formación de la estructura de membranas celulares, como precursores de hormonas, entre otros. Para el organismo humano son indispensable dos ácidos grasos: el linoleico, o ácido graso omega-6 y el linolénico, o ácido graso omega-3.

**Proteína:** se forma de unidades conocidas como aminoácidos, compuestos que contienen nitrógeno además de oxígeno, carbono e hidrógeno. Para el hombre 9 aminoácidos son indispensables: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina. Las proteínas juegan diversos papeles en el metabolismo del ser humano: como compuestos estructurales; como enzimas que actúan en las reacciones químicas en la célula; como hormonas que llevan mensajes; como reguladores del balance electrolítico; como reguladores ácido-base; como transportadores y como anticuerpos. La calidad de las proteínas se evalúa por la cantidad y proporción de los aminoácidos indispensables que contienen<sup>34</sup>. Se recomienda a los adultos ingerir 75 g de proteínas / día.

**Hidratos de carbono:** son compuestos formados por unidades denominadas monosacáridos, los más importantes de éstos son la glucosa, la fructosa y la galactosa. Su principal función es ser una fuente de energía. Las unidades se pueden asociar en pares (disacáridos), en grupos hasta de ocho (oligosacáridos) y en cadenas más largas (polisacáridos). Un polisacárido de importancia es el almidón, compuesto por unidades de glucosa.

**Fibra:** es el material que no es digerible por el ser humano. Se compone principalmente de celulosa, hemicelulosa, lignina, gomas, mucílago y pectinas. Estos compuestos pasan a través del tracto digestivo sin ser afectados químicamente por tener enlaces que las enzimas digestivas no son capaces de hidrolizar. Son una importante ayuda para el tracto digestivo al facilitar el vaciamiento acarreando material no deseable.

**Vitaminas:** las vitaminas son compuestos orgánicos que no pueden ser fabricados por las células del cuerpo y son necesarios en pequeñas cantidades para que el metabolismo corporal sea normal. La vitamina A se explicará con mayor detalle a continuación.

*Vitamina A:* se encuentra en los organismos animales, quienes la elaboran en el hígado a partir de carotenos vegetales, estos carotenos son también llamados pro vitamina A. La molécula activa de vitamina A puede presentarse en su forma alcohólica, i.e. retinol, que es como más comúnmente se conoce, aunque también presentan actividad la forma ácida (ácido retinoico) y el aldehído (retinal)<sup>51</sup>. La unidad que se utiliza para medir la cantidad de vitamina A en los alimentos es el *Retinol Equivalente (RE)* que es igual a 1 µg de retinol o 6 µg de beta-caroteno. Antes de ser posibles los análisis directos de la vitamina, se medía su actividad por métodos biológicos, la unidad de este sistema es la *Unidad Internacional (UI)*. La relación entre ambos sistemas de medida mencionados es  $1 \text{ RE} = 3.33 \text{ UI}$ <sup>103</sup>.

Las necesidades de vitamina A varían de acuerdo a diversos factores como: el volumen del individuo, los individuos en crecimiento, el ejercicio, la enfermedad, la fiebre, cuando se metabolizan más hidratos de carbono, el embarazo, la lactancia y los estados patológicos. La vitamina A en el organismo cumple dos funciones principales<sup>26</sup>:

- a) En la visión, actuando como excitador de conos y bastones de la retina. En cuyo caso la deficiencia de la vitamina provoca la llamada ceguera nocturna, en la cual no se forma la rodopsina, complejo formado por el retinol la proteína opsina por lo que se pierde la capacidad de ver en la oscuridad.
- b) En el crecimiento de la mayor parte de las células, en especial para el desarrollo y proliferación normales de diversos tipos de células epiteliales. En este caso la deficiencia provoca que las estructuras epiteliales se vuelvan estratificadas y queratinizadas.

*Cenizas:* están formadas por elementos que mantienen su identidad química en el organismo. Entre ellos se encuentran: hierro, cobre, magnesio, sodio, calcio, fósforo, azufre y cloro. Se requieren en bajas cantidades para cumplir con sus funciones. A continuación se explicarán hierro, calcio y zinc más a fondo.

*Hierro*: su presencia en el organismo es de importancia en principio por estar presente en la hemoglobina, donde toma un papel activo en la transferencia de oxígeno de la sangre a los tejidos. También se encuentra en la mioglobina y la médula ósea<sup>26</sup>. Participa en el proceso de respiración celular en su última fase, la cadena de transporte electrónico transfiriendo electrones en los citocromos. Participa en reacciones como la oxidación de ácido ascórbico y lípidos insaturados.

La absorción de hierro en el organismo se da en su forma ferrosa ( $2^+$ ) y se ve influenciada, primero por su fuente de obtención, ya que de organismos animales es mayor que de vegetales; y segundo por compuestos químicos presentes en la dieta, como el caso de los fosfatos, el ácido fítico y el calcio que la disminuyen y el ácido ascórbico que la aumenta. Se dice que la absorción del hierro va de 5 al 25%<sup>20</sup>.

Cuando hay deficiencia en el consumo de hierro se pueden presentar problemas como anemia ferropénica, sangrado, poca resistencia a infecciones, debilidad, fatiga, poca resistencia al frío y falta de atención.

Las fuentes importantes de hierro son: la moronga, las carnes rojas, el pescado, el pollo, los mariscos, el huevo, las legumbres y las frutas deshidratadas.

*Calcio*: es el mineral más abundante en el cuerpo, se encuentra en mayor proporción en los huesos en forma de fosfato de calcio.

Su absorción aumenta con la presencia de vitamina D que promueve la síntesis de una proteína portadora de calcio en la mucosa intestinal y disminuye con el ácido fítico y la conjunción de grasa y ácido oxálico que forman sales insolubles.

Entre sus funciones, el calcio interviene en la contracción y relajación muscular, la función nerviosa y en la coagulación. Cantidades excesivas en los líquidos extracelulares provocan alteraciones en los latidos del corazón.

Valores bajos pueden producir descargas espontáneas de fibras nerviosas dando origen a tetania, así como crecimiento deficiente en niños y osteoporosis en adultos, principalmente en mujeres después de la menopausia.

Las fuentes de obtención del calcio son la leche y sus derivados, tortilla, peces pequeños, brócoli y legumbres.

*Zinc:* se encuentra en todas las células pero en mayor proporción en hueso, próstata y ojos. Sus funciones se relacionan con las enzimas de las que es cofactor: elaboración del material genético y proteínas, elaboración de vitamina A, reacciones inmunes, percepción del gusto, cicatrización, formación de esperma y desarrollo normal del feto. La mayor parte de lo que se ingiere se excreta en heces.

Sus fuentes de obtención son la carne, el pescado, el pollo, los granos enteros y los vegetales.

### **Valor nutritivo de los alimentos**

El valor nutritivo de un alimento no sólo depende de la cantidad de nutrimentos que contiene, sino que hay otros aspectos que deben considerarse: la energía que proporciona, su contenido de nutrimentos indispensables, la digestibilidad, y facilidad de absorción de sus componentes y su contenido de sustancias alergénicas, factores antinutricionales y toxinas<sup>101</sup>.

## Nutrición

Para tener una buena alimentación se deben ingerir alimentos que provean de los nutrimentos que una persona necesita, así como la energía necesaria para el buen funcionamiento del organismo.

Para poder llevar esto a cabo se deben tener algunas consideraciones, en primer término, los nutriólogos recomiendan seguir 6 principios básicos<sup>103</sup>:

1. *Suficiencia*: tener una dieta que provea de la cantidad necesaria de nutrimentos y energía para mantener al individuo sano.
2. *Balance*: proveer de una diversidad de tipos de alimentos tal que en proporción adecuada recompensen las deficiencias de cada uno por separado.
3. *Control energético*: consumir la cantidad de energía que satisfaga las necesidades del individuo e.g. se recomienda una ingesta para un hombre de 2750 calorías al día y para la mujer de 2000 calorías cuando tienen una actividad ligera.
4. *Densidad de nutrimentos*: seleccionar alimentos que den un máximo de nutrimentos con un mínimo de energía.
5. *Moderación*: evitar ingerir nutrimentos y energía en exceso.
6. *Variedad*: comer diferentes alimentos.

En segundo término, se recomienda ingerir alimentos en una proporción establecida de acuerdo al grupo al que pertenecen usando como guía la pirámide nutrimental. Como se observa en la figura 1, los alimentos elaborados a partir de cereales deben consumirse en mayor proporción, seguidos de los vegetales, productos lácteos, carnes y dulces.

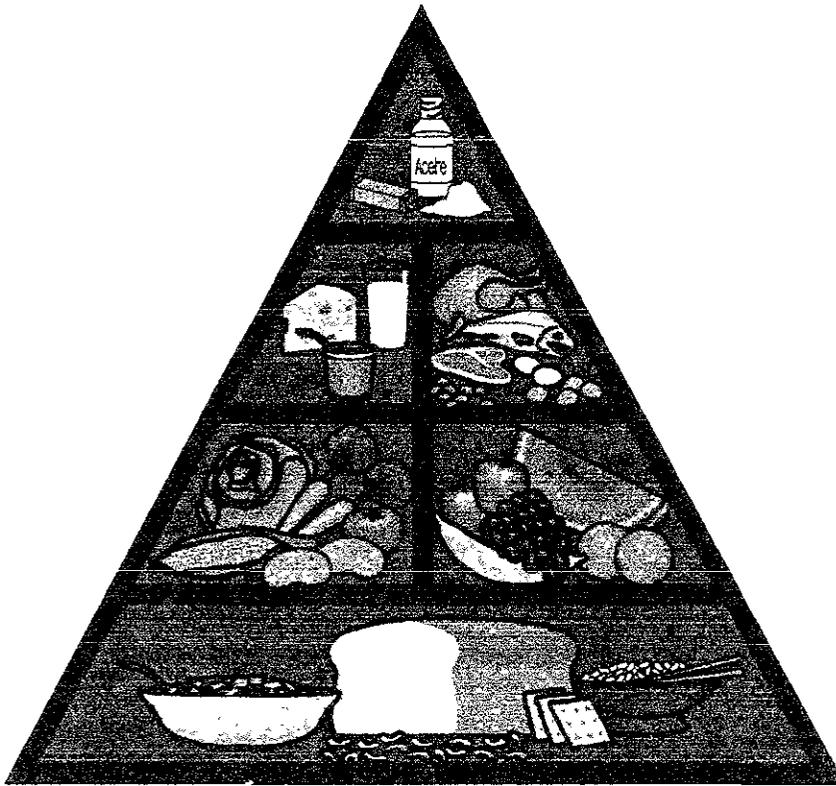


Figura 1: Pirámide nutrimental

Finalmente, las organizaciones de salud nacionales e internacionales emiten recomendaciones que sugieren las cantidades de ciertos nutrimentos que se deben consumir al día, como el caso de vitaminas y minerales. Se dice que cubriendo las recomendaciones, la población satisface sus requerimientos y está mejor nutrida y sana que la que no lo hace.

En la tabla 1 se muestran las recomendaciones de ingestión diaria para adultos sugeridas en Norteamérica por los organismos correspondientes: para México (INNSZ), para Estados Unidos (Food and Drug Administration) y para Canadá (Health Canada). La cantidad sugerida de consumo de proteínas es variable entre las diferentes fuentes. En Estados Unidos y Canadá el consumo de proteínas y grasa es elevado, por lo que se recomienda a la población evitar los excesos; en México por el contrario, el consumo de estos dos nutrimentos es bajo, situación que se pretende solucionar sugiriendo un consumo más alto.

Tabla 1: Recomendaciones nutrimentales

	INNSZ <sup>a</sup>	FDA <sup>b</sup>	Health Canada <sup>c</sup>	
			Hombre	Mujer
Proteína (g)	75	50	64	51
Vitamina A (RE)	1000	875	1000	800
Vitamina D (µg)		6.5	2.5	2.5
Vitamina E (mg eq tocoferol)	10	9	9	6
Vitamina C (mg)	60	60	40	30
Tiamina (mg)	1.5	1.5		
Riboflavina (mg)	1.7	1.7		
Niacina (mg eq)	19	20		
Vitamina B6 (mg)	2	2		
Vitamina B12 (µg)	2	6	1	1
Folacina (µg)	200	400	230	185
Calcio (mg)	800	1000	800	700
Fósforo (mg)	800	1000	1000	850
Hierro (mg)	15	18	9	13
Magnesio (mg)	350	400	250	200
Zinc (mg)	15	15	12	9
Yodo (µg)	150	150	160	160
Cobre (mg)	2	2		
Fluor (mg)	2			

a: INNSZ. *Ingestión Diaria Recomendada* (IDR) 2000<sup>34</sup>, b: FDA. *Reference Daily intakes* (RDI) 1996<sup>103</sup>, c: Health Canada. *Recommended Nutrient Intakes* (RNI) 1990<sup>103</sup>.

## Tablas de composición química de los alimentos

Una herramienta muy importante en el conocimiento de las cantidades de los nutrimentos que se ingieren en la alimentación de un individuo son las tablas que indican la composición química de los alimentos. Así, con ayuda de ellas se pueden detectar las insuficiencias o excesos que se tienen cuando se ingieren cierto tipo de alimentos y se puede planificar una dieta adecuada.

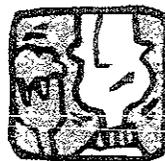
En México, los primeros esfuerzos por recabar información para elaborar tablas de composición química de alimentos se dieron en la primera mitad de los años 50 en el Instituto Nacional de Nutriología<sup>34</sup>. Con la posterior creación del Instituto Nacional de Nutrición se siguieron publicando tablas<sup>36</sup>, como las de 1962, 1977, 1982, 1992 y 1996, con el inconveniente de que la mayoría de las correcciones se obtenían de fuentes bibliográficas y casi todas de origen extranjero. Los valores fueron tomados del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, entre otros.

Las tablas del INNSZ<sup>36</sup>, además de no ser resultado de un análisis de laboratorio en México, por ser costoso, no presentan los métodos de análisis utilizados para su obtención, ni el origen de las muestras estudiadas, ni la forma en como los alimentos realmente se consumen. Los datos se dan en forma puntual sabiendo que hay diferencias en composición química entre muestras de un mismo tipo así como entre variedades de una misma especie por distintas condiciones de suelo, madurez, tiempo de conservación entre otros.

En los últimos 10 años, el INNSZ ha realizado análisis químicos y con estos valores más actualizados se publicaron las "*Tablas de Composición de Alimentos Mexicanos*"<sup>64</sup> en la segunda mitad del año 2000, fecha que cabe señalar, fue posterior a la realización experimental del presente trabajo. En estas tablas, se presentan los datos más completos, por tener las técnicas experimentales, el lugar de la toma de muestra y alimentos preparados, entre otros aspectos. No obstante hace falta aún un largo camino que recorrer en la información de estas tablas por ser un campo tan amplio de estudio.

## CAPÍTULO III

### Alimentos de mayor consumo en la República Mexicana



---

Para identificar los alimentos de mayor consumo en la República Mexicana, se tomaron en cuenta datos estadísticos de diferentes fuentes.

Con estadísticas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)<sup>31</sup> se obtuvo la gráfica 1 de consumo de los principales productos agropecuarios y el índice del volumen físico<sup>32</sup>, que se muestra en la gráfica 2.

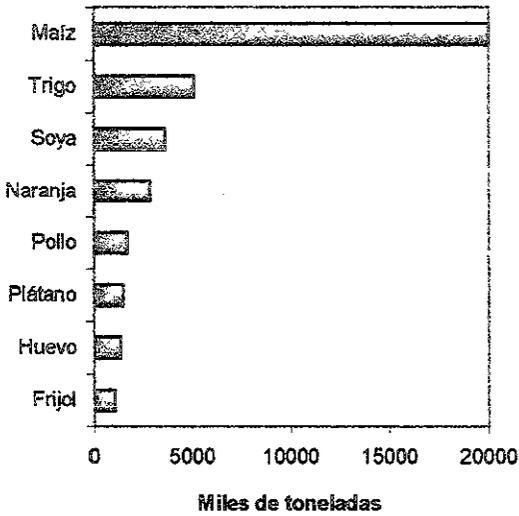
De la encuesta realizada por el INNSZ, ENAL96<sup>35</sup>, se obtuvo información del consumo diario de alimentos en comunidades rurales, información resumida en la gráfica 3 y el consumo en el Distrito Federal del ENURBAL<sup>8</sup> en la gráfica 4.

Para conocer los productos de mayor producción se obtuvieron las gráficas 5, de producción de cereales, la gráfica 6 de otros cultivos, la gráfica 7 de producción de perennes y la gráfica 8 de productos de origen animal con ayuda del Anuario de Producción Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura<sup>70</sup>.

Se seleccionaron cuatro alimentos que representan un alto consumo en la República Mexicana, cada uno de ellos perteneciente a diferentes grupos de alimentos: el primero, el maíz; el segundo, el frijol; el tercero el plátano y el cuarto, la leche.

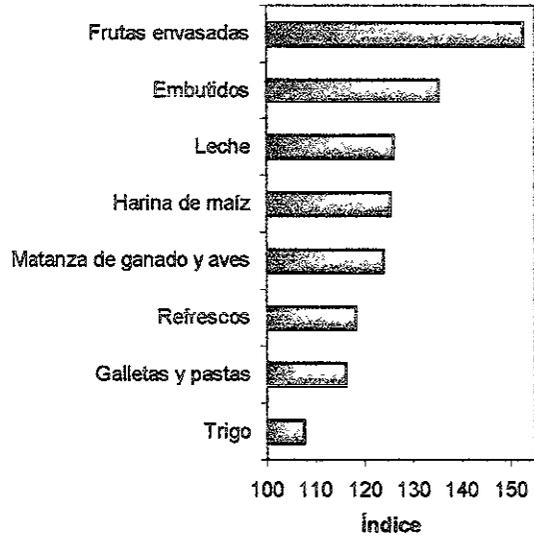
El maíz es el grano más consumido en el ámbito nacional (gráfica 1), también a nivel rural (gráfica 3), el segundo de la zona urbana (gráfica 4), el cereal de mayor producción (gráfica 5) y el cuarto producto procesado de mayor importancia para la industria (gráfica 2).

**Consumo aparente de los principales productos agropecuarios (1997)**



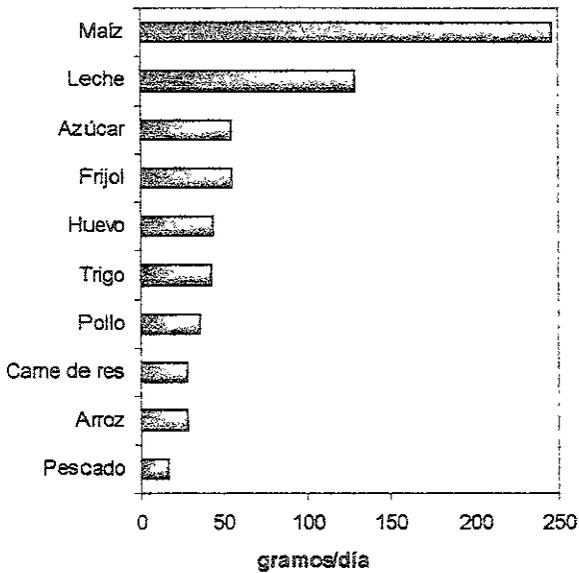
Gráfica 1

**Índice del volumen físico de la industria de alimentos (1997-1999)**



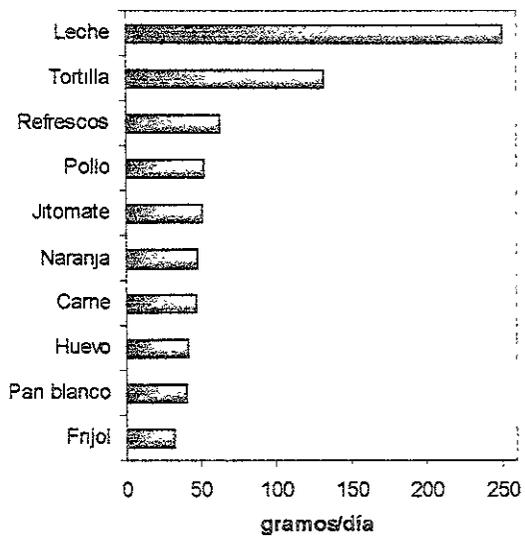
Gráfica 2

**Consumo per cápita en zonas rurales (1996)**



Gráfica 3

**Consumo per cápita en la Ciudad de México (1996)**



Gráfica 4

Con lo anterior se puede concluir que el maíz es el cereal de mayor importancia en la alimentación del mexicano. En las zonas rurales ha disminuido su consumo, probablemente por ser desplazado por otros alimentos, pero sigue siendo elevado: en 1974 el 96.7% de esta población lo consumía, en 1979 el 96.2% y en 1989 el 72.2%<sup>47</sup>.

En el caso del frijol, su consumo también ha disminuido en las zonas rurales: en 1974 era del 88% en 1979 del 83% y en 1989 del 76.2%. Es notable que su consumo es alto en las zonas rurales (gráfica 3), y menor en la zona urbana (gráfica 4). A nivel nacional el consumo se encuentra en el lugar 8 (gráfica 1) y en producción es sobrepasado por jitomate, chile, papa y cebolla (gráfica 6).

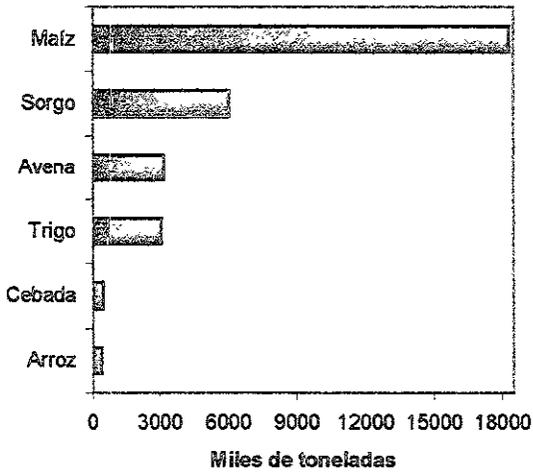
Para verduras como jitomate, chile y cebolla, su consumo es importante, pero se da en mayor parte como ingrediente de una gran variedad de platillos en combinación con otros, por lo que resulta difícil estimar su aporte en la dieta.

Las frutas de mayor consumo son el plátano y la naranja, a nivel nacional (gráfica 1). En las zonas rurales el consumo del plátano va del 5.6 al 17 % que, aunque no es elevado, es la fruta de mayor presencia en el medio rural<sup>47</sup>. En producción de perennes es la naranja el primer lugar y el plátano el segundo (gráfica 7).

En alimentos de origen animal los más consumidos son la leche, el huevo y el pollo. El consumo de leche ha cambiado en el medio rural, el 24.2% de la población lo consumía en 1974, en 1979 llegó a 43.5% y en 1989 a 24.4%, pero se sigue manteniendo como el más importante después del maíz (gráfica 3). En el medio urbano es el alimento de mayor consumo (gráfica 4). La leche es el tercer producto más utilizado en la industria (gráfica 2) y en producción es el quinto (gráfica 8).

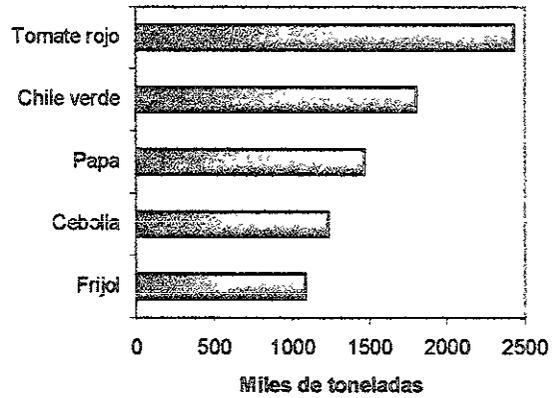
En los siguientes capítulos se hará una revisión de aspectos importantes de los cuatro alimentos seleccionados, para conocer su definición, su procedencia, sus características biológicas, su clasificación, su procesamiento, composición química y valor nutrimental.

**Producción de cereales (1999)**



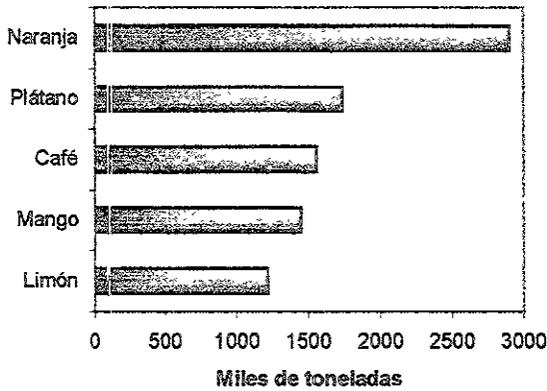
Gráfica 5

**Producción de cultivos diferentes a cereales (1999)**



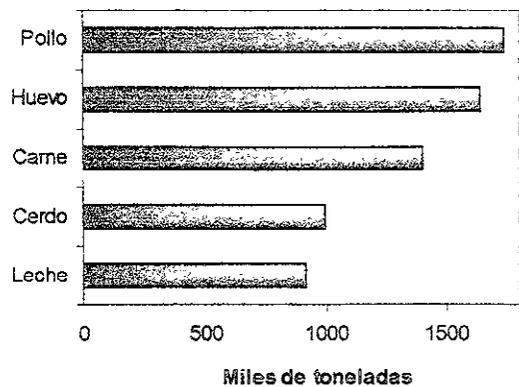
Gráfica 6

**Producción de perennes (1999)**



Gráfica 7

**Producción de alimentos derivados de animales (1999)**

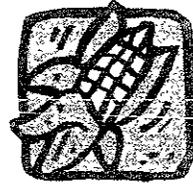


Gráfica 8

\* El valor de leche en litros se convirtió a toneladas considerando la densidad de 1.032 g/mL

## CAPÍTULO IV

### Tortilla



---

El maíz es el cereal con el que se elabora la tortilla, y es el grano perteneciente a la especie *Zea mays*<sup>80</sup>.

#### Historia

En cada continente del mundo los pobladores contaron con un cereal como ingrediente base en su alimentación, en el caso de América el cereal de importancia fue el maíz. Su origen botánico todavía no está definido. Existe la hipótesis de que este cereal surgió de una variedad salvaje ahora extinta pero hay quienes suponen que el teocintle es el verdadero ancestro<sup>57, 68</sup>. Esta última hipótesis es apoyada por estudios genéticos que sugieren que el maíz (*Zea mays*) fue domesticado a partir de *Zea parviglumis*, subespecie del teocintle<sup>11</sup>. Los restos más antiguos de cultivo de maíz se encontraron en Oaxaca y datan de al menos 10 000 a.C. también se han encontrado evidencias en Tehuacán, Puebla de 7000 a.C. y en Tlapacoya, Estado de México, 5000 a.C.<sup>19</sup>.

Así las diferentes culturas que habitaron el centro y sur de lo que hoy es la República Mexicana cultivaron y consumieron maíz, siendo los Olmecas los primeros grupos sedentarios en realizar esta práctica. Para los aztecas el maíz era considerado un regalo divino, como se puede notar en el siguiente fragmento de un texto mítico<sup>42</sup>:

*Así pues de nuevo dijeron los dioses:  
- ¿Qué comerán los hombres, oh dioses?  
¡Que descienda el maíz, nuestro sustento!*

Era también el grano para este pueblo de suma importancia por ser la base de su alimentación, como prueba de ello entre las divinidades mexicas se encontraba *Centeotl*, diosa del maíz, que se tenía por deidad nocturna relacionada con el viento de la noche resonando entre los maizales<sup>68</sup>. Para los mayas era también un componente básico en su cultura, evidencia de ello se encuentra en numerosas figurillas con detalles de maíz o en el mismo Popol Vuh<sup>5</sup> en el que se cuenta que los dioses, después de crear hombres de barro y madera los crearon con maíz:

*De maíz amarillo y de maíz blanco se hizo su carne*  
*De masa de maíz se hicieron los brazos y piernas del hombre*

El cultivo del maíz se fue extendiendo hacia el norte y el sur del continente, a la llegada de los europeos el maíz era sembrado desde Canadá hasta Argentina y Chile<sup>57</sup>. Los conquistadores lo llevaron a África y Europa, así como a las Filipinas de donde pasó a India y China, lugar en el que se encuentran las primeras evidencias de cultivo de maíz en 1550<sup>99</sup>. Ya en el siglo XVII era cultivado en todo el mundo.

Hoy en día el maíz es un cereal básico en la alimentación a nivel mundial, siendo de los tres más importantes en niveles de producción, junto con el arroz y el trigo. Así, para 1996 los valores de producción mundial de estos tres cereales, en millones de toneladas fueron de: 585 para el trigo, 577 para el maíz y 562 para el arroz<sup>21</sup>.

En México es el cereal de mayor producción, para 1999 ascendió a más de 18 millones de toneladas; sin embargo el país no es autosuficiente por lo que es necesario importarlo también. El sistema maíz tortilla ha sido el principal receptor de los subsidios otorgados por el gobierno a los alimentos básicos. El estado ha tomado la política del establecimiento de precios de garantía para tener un control de la producción y promover el cultivo del grano, está en discusión si dicha política ha tenido realmente efectos positivos en el crecimiento de México<sup>6</sup>. Este grano tiene una influencia importante en la economía del país, ya que el valor de su producción puede afectar precios de otros productos<sup>52</sup>.

## Características botánicas

El maíz es el grano proveniente de la planta de la familia de las gramíneas, orden Junciales, clase, *Commelinidae*. Esta planta tiene un tallo grueso, de uno a tres metros de altura, sus hojas son largas, planas y puntiagudas. Las flores masculinas se encuentran en racimos terminales y las femeninas en espigas axilares resguardadas por una vaina<sup>15</sup>. Es una hierba anual que crece en regiones trópico húmedas, zonas costeras, regiones secas y a alturas elevadas (hasta 3150 msnm)<sup>96</sup>.

## Características morfológicas del grano

El maíz es la mayor de las semillas de los cereales, con un peso medio de 350 mg<sup>30</sup>. El grano se denomina botánicamente cariósipide y es monocotiledóneo; está formado como el resto de los cereales por tres capas principales<sup>90</sup>.

- a) El *pericarpio*: es la cubierta del grano compuesta de varias capas que controlan el intercambio de sustancias entre el grano y su medio, lo protegen de agentes externos dañinos como hongos e insectos e impiden la pérdida de humedad.
- b) El *germen*: es el almacén de nutrimentos y resguardo del embrión. Es fácilmente separable del resto del grano y se utiliza para elaboración de aceites.
- c) El *endospermo*: está formado por la aleurona, que es una sección compuesta por proteína, aceite y minerales; puede ser de color azul o rojo e impartir su color al grano maduro. El resto del endospermo consiste en una red de gránulos de almidón embebidos en una matriz proteínica que sirve de pegamento para mantener la estructura interna.

El grano tiene además un fragmento denominado pedículo que es con el que se adhiere al olote.

## Clasificación

Los granos de maíz se pueden clasificar siguiendo diferentes criterios, como se muestra a continuación<sup>90, 15</sup>.

### a) Por su color

- *Amarillo*: es el más producido a nivel mundial, contiene alta cantidad de carotenoides en el endospermo.

- *Blanco*: tiene bajo contenido de carotenoides en el endospermo, su producción se canaliza a elaboración de harinas, botanas y pan.

- *Azúl*: tiene pigmentos en la aleurona que dan esa tonalidad.

### b) Por la forma del grano

- *Dentado*: tiene una protuberancia o diente en el extremo de cada grano maduro, su endospermo es duro y harinoso. Es el de mayor productividad.

- *Cristalino*: tiene forma esférica, endospermo duro y compactado. Madura más pronto y puede crecer más al norte que el dentado.

### c) Por su utilidad

- *Palomero*: tiene un alto poder de expansión debido a que almacena una alta cantidad de agua en su interior que al calentarse provoca un incremento en la presión y como consecuencia el grano revienta.

- *Ceroso*: tiene bajo contenido de amilosa, se utiliza en la industria refinadora de almidón, para gomas y adhesivos.

- *Alto en amilosa*: contiene hasta 50% de amilosa, es altamente resistente al cocimiento, se puede usar en cereales para desayuno y botanas.

- *Alto en lisina*: modificado genéticamente para elevar el valor nutritivo de la proteína del maíz añadiendo el aminoácido en que es deficiente.

El maíz se clasifica de diferente forma según su calidad. Cada país tiene su criterio para establecer dicha clasificación. En México la norma mexicana de maíz <sup>80</sup> lo clasifica en cuatro grados de calidad según sus características físicas como densidad, impurezas, daños por calor, granos quebrados y cuatro clases según su color: blanco extra (máximo 2% de granos amarillos), blanco (máximo 12% de granos de otros colores) , amarillo (mínimo 95% de granos amarillos), mezclado (sin restricciones de colores). En Estados Unidos la clasificación es según daños y densidad del grano, se dan 5 grados<sup>90</sup>.

## Tortilla

Fue denominada así por los españoles, quienes decían que era pan de maíz y la llamaron como diminutivo de torta. Su nombre en náhuatl era *tlaxcalli*, que significa cosa cocida<sup>2</sup>.

La tortilla es un alimento elaborado a partir de maíz, agua y cal; tiene una forma de disco aplanado.

Los requisitos que deben cumplir las materias primas empleadas en la elaboración de tortilla se describen a continuación <sup>91</sup>:

*Maíz:* los granos deben ser sanos para evitar proliferación de microorganismos y producción de aflatoxinas que son cancerígenas; libres de fisuras y grietas para evitar pérdida de materia seca, de tamaño uniforme y de endospermo duro porque es el que da mejores rendimientos ya que se rompe menos que el de endospermo suave.

*Agua:* debe ser potable, i.e. según la norma correspondiente<sup>87</sup> debe cumplir con características sensoriales adecuadas (incolora, con sabor agradable, sin olor y no turbia), microbiológicas (2 unidades formadoras de colonias y cero coliformes fecales por 100 mL) y químicas (límites de minerales, contaminantes, y plaguicidas entre otros).

*Cal* se puede emplear como óxido de calcio hidratado o seco, se debe emplear en exceso porque es un material de baja solubilidad en agua (1.2 g/L a 21 °C)

## Proccsamiento

La elaboración de tortillas es un proceso que data de cientos de años, los conquistadores españoles la descubrieron a su llegada a México. En sus crónicas<sup>13</sup> El Conquistador Anónimo explica el método:

*El grano con el que hacen el pan es a modo de garbanzo, y lo hay blanco, encarnado, negro y bermejo. Sembrado produce una caña alta como de media pica, que echa dos o tres mazorcas, donde está el grano. Para hacer el pan toman una olla grande en que caben cuatro o cinco cántaros de agua, y le ponen fuego debajo hasta que el agua hierva. Entonces retiran del fuego, echan dentro el grano que ellos llaman Taxyul y encima añaden un poco de cal para que suelte el hollejo que lo cubre. A otro día, o bien a las tres o cuatro horas cuando ya se ha enfriado, lo lavan muy bien en el río o en las casas con muchas aguas, de manera que viene a quedar muy limpio de toda cal, y luego lo machacan en unas piedras echas a propósito. Conforme lo van machacando le echan agua y se va haciendo una pasta y así moliéndolo y amasándolo a un tiempo, hacen el pan. Lo ponen a cocer en unas cazuelas grandes, poco mayores que una criba, y según se cuece el pan lo van comiendo, porque es mucho mejor caliente que frío.*

El proceso de elaboración de las tortillas sigue siendo en esencia como fue descrito hace cientos de años. El grano (1 parte) se cuece con agua (2 a 3 partes) y cal (0.01 a 0.03 partes) aproximadamente a 90 °C. Durante el cocimiento el calcio y el agua penetran al grano, el primero a través del germen; el almidón se gelatiniza parcialmente y el pericarpio se separa del grano por hinchazón y debilitamiento de las paredes celulares. El grano se deja reposar de 10 a 16 horas y finalmente se lava y drena, el agua residual se denomina nejayote y debe tratarse antes de ser eliminada en la red de drenaje por ser un residuo altamente alcalino. Durante el remojo se debilitan las paredes celulares del endospermo, la cal eleva el pH lo que tiene un efecto antimicrobiano<sup>91</sup> y parte del almidón se gelatiniza. El procedimiento descrito con anterioridad se denomina nixtamalización y el maíz obtenido nixtamal, término derivado del náhuatl *nextli*, cenizas o cal y *tamalli*, masa de maíz<sup>9</sup>.

El grano lavado y sin pericarpio es después molido para formar una masa que está constituida por piezas de germen, fragmentos de pericarpio y fracciones del endospermo aglutinado que hacen las veces de pegamento, así como lípidos y proteínas desnaturalizadas<sup>67</sup>. La masa se bate para permitir la entrada de aire y con ella se forman las tortillas que después son cocidas.

Cabe señalar que en las zonas rurales del país el método tradicional se sigue realizando en forma casera, para el consumo diario, situación que complica satisfacer la demanda en grandes centros de población. Los cambios que se han dado en la elaboración de tortillas obedecen a la necesidad de una producción a gran escala.

Ejemplo de lo anterior es la harina de maíz nixtamalizado, que sigue el proceso descrito anteriormente y además un proceso de secado para obtener el producto en polvo, que después volverá a hidratarse para formar las tortillas. En México son cuatro las compañías que elaboran este producto: MASECA, MINSA, AMASA y AGROINSA<sup>2</sup>. El manejo de la harina es más sencillo que el de la masa fresca por tener una vida de anaquel de hasta un año<sup>89</sup> y ha adquirido popularidad entre los productores de tortillas, que son tortillerías, supermercados y tortillas empacadas. Las tortillas elaboradas a partir de harina no tienen el sabor y consistencia características de las elaboradas con masa fresca, que son preferidas por el consumidor; sin embargo el rendimiento de grano con harina es mayor que el obtenido con masa: de 1.4 kg de tortilla por kilo de grano, mientras que con el proceso tradicional se obtienen 1.1 kg<sup>52</sup>.

Un método alternativo a la producción de tortillas es la extrusión, propuesto por Durán en 1979<sup>9</sup>. Para llevarlo a cabo se muele el grano, se mezcla con hidróxido de calcio y el polvo se alimenta a un extrusor junto con un flujo controlado de agua. Por este método, se cuece el grano al forzarlo a través de una matriz aprovechando el calor generado por la fricción del producto con las paredes del tubo. El producto obtenido es muy semejante al del método tradicional, además de ser muy ventajoso para la industria porque se disminuye el tiempo de elaboración, así como gasto de energía, no hay pérdida de nutrimentos porque éstos no se dispersan en medio acuoso y no produce aguas residuales. No obstante en México las tortillas se siguen elaborando de la forma convencional.

Otros métodos alternativos son el uso de microondas y micronización, que no son utilizados en la industria todavía<sup>2</sup>.

Las tortillas empacadas son un medio alternativo de comercializar el producto. Por costumbre las tortillas se elaboran y consumen a diario, pero para un segmento de mercado en el que no se tiene esta posibilidad puede ser una buena alternativa. A estas tortillas se les añaden acidulantes como ácido fumárico o fosfórico y conservadores como sorbatos y propionatos para alargar su vida de anaquel así como gomas como carboximetilcelulosa, xantana o carragenina para mejorar su textura y evitar que se peguen unas con otras dentro del empaque<sup>91</sup>.

### Composición química y valor nutritivo

Los nutrimentos que posee la tortilla se describen a continuación.

**Proteína:** como en el resto de los cereales, las proteínas son de cuatro tipos: albúminas (solubles en agua), globulinas (solubles en soluciones salinas diluidas), prolaminas (solubles en solución de alcohol y glutelinas (solubles en soluciones ácidas y básicas diluidas). En el maíz las prolaminas son las proteínas predominantes y de este grupo la principal es la zeína. Esta proteína es deficiente en lisina y es de difícil digestión. Con los avances de la biotecnología en el área de alimentos se ha tratado de provocar mejoras en el maíz, como la adición de sus aminoácidos limitantes: lisina y triptofano<sup>41</sup>.

**Lípidos:** son triglicéridos en su mayor parte, aunque también se tienen fosfolípidos, esteroides, tocoferoles y carotenoides. Los principales ácidos grasos presentes son linoleico, linolénico, oleico, palmítico y esteárico, siendo los dos primeros ácidos grasos esenciales.

**Hidratos de carbono:** se encuentran monosacáridos en baja cantidad (de 1 a 3% de extracto seco) y son glucosa y fructosa; hidratos de carbono estructurales, como pectinas, celulosa y hemicelulosa y finalmente almidón que tiene un mayor contenido de amilopectina (73-76%) que de amilosa (24-27%).

---

**Fibra cruda:** se pierde el 46% de la fibra del maíz en la nixtamalización, así con los residuos de pericarpio queda alrededor de 2% en la tortilla.

**Minerales:** el contenido de calcio se incrementa del maíz a la tortilla, siendo ésta una importante fuente de este mineral en la dieta del mexicano. Otros minerales de importancia son el fósforo y el selenio.

**Vitaminas:** se pierden durante la nixtamalización la tiamina (60%), la riboflavina (52%) y la niacina (32%), pero ésta aumenta su biodisponibilidad porque se rompe el enlace que la liga con una proteína.

La composición química de las tortillas según diversas fuentes se muestra a continuación en la tabla 2. En algunas de las fuentes se indica el tipo de maíz empleado, la procedencia se da solamente en las tablas del INNSZ 2000 y se muestran diversos valores con los que se obtuvo el rango mostrado. La cantidad de grasa se puede ver afectada si el grano con el que se preparan las tortillas o la harina nixtamalizada ha sido despojado del germen, ya que es una práctica común para la extracción del aceite.

**Tabla 2: Composición química de la tortilla (g/100g)**

	Tortilla de maíz amarillo o blanco <sup>a</sup>	Tortilla <sup>b</sup>	Tortilla de maíz amarillo o blanco <sup>c</sup>	Tortilla <sup>d</sup>	Tortillas de maíz <sup>e</sup>
Energía (kcal)	214-224	180-289	204-206	223.33	189.29
Humedad	42.4-47.5	27.1-48.8	47.82	44	
Proteína	4.6-5.9	4.50-6	5.4-5.6	6.67	4.3
Hidratos de carbono	45.3-47.2	41.52-64.53	44.5-44.9	46.67	41.07
Grasa	1.5-1.8	0.41-2.40	1.0-1.3	3.33	0.82
Cenizas		0.7-1.1	0.8		
Fibra	2.09-4.47	0.47-2.09		6.67	
Calcio (mg)	108-196	92-360	124-158	173.33	
Hierro (mg)	2.5-2.6	1.40-3.87	0.2-2.5	1.4	
Zinc (mg)		0.7-1.40		0.93	

Fuentes: a: INNSZ. 1992<sup>26</sup>, b: INNSZ.2000<sup>24</sup>, c: INCAP. 1994<sup>27</sup>, d: Whitney. 1996<sup>105</sup>, e: Tortillas empacadas marca Milpa Real

La tortilla es considerada como una fuente de carbohidratos y calcio.

## CAPÍTULO V

### Frijol



---

El frijol es el grano perteneciente a la familia de las leguminosas, género *Phaseolus*, especie *vulgaris*<sup>81</sup>.

#### Historia

Este cultivo es originario de México y Centroamérica. Los restos arqueológicos más antiguos que se han encontrado datan de más de 7000 años, esto en cuevas de Ocampo, Tamaulipas<sup>39</sup>. Se cree que proviene del frijol salvaje (*Phaseolus aborigineus*) cuyos restos datan de 10700 a.C.<sup>99</sup> pero no se han encontrado etapas intermedias.

Entre las civilizaciones mesoamericanas era parte importante de su alimentación, ya que hay evidencia arqueológica en varios lugares del centro de México que indican que para el año 200 a.C. la dieta básica estaba compuesta de maíz, frijoles, calabaza, chile, amaranto y aguacate. La presencia del frijol en estas culturas se hace presente también a través de textos míticos, como lo muestra el siguiente fragmento<sup>42</sup>:

*“El maíz blanco, el oscuro, el amarillo,  
el maíz rojo, los frijoles,  
la chíá, los bledos, los bledos de pez,  
nuestro sustento  
fueron robados para nosotros”*

El cultivo de esta leguminosa se fue extendiendo a toda América. Los conquistadores la llevaron al resto del mundo.

Después de los cereales los productos de origen vegetal de mayor importancia en la alimentación del hombre son las leguminosas. En el caso de México ese papel lo juega el frijol.

### Características Botánicas

El frijol Pertenece a la familia *leguminosae*, una de las familias más grandes de plantas con flores<sup>15</sup>. La planta del frijol es una planta anual, de raíz fibrosa y tallos herbáceos. La fruta es una vaina que contiene varias semillas que pueden ser blancas, rojas o negras<sup>49</sup>.

La cosecha se da después de 60 días aproximadamente después de la siembra en variedades de ciclo corto. Las plantas sufren fácilmente por exceso de agua y no soportan bajas temperaturas. La altura de la planta es relativamente baja y las vainas quedan muy cerca de la superficie del suelo<sup>15</sup>.

### Clasificación

La norma mexicana de frijol<sup>81</sup> clasifica a este producto en tres grados de calidad permitiendo en mayor o menor grado: piedras, granos ampollados, manchados quebrados o partidos. Se distinguen diferentes clases de frijol según su color y diversas variedades de cada uno, como se muestra en la tabla 3:

Clase	Variedades representativas
Negro	Jamapa Arriaga San Luis Querétaro Zacatecas

Clase	Variedades representativas
Amarillo	Mayocoba Peruano Canario Garbancillo Azufrado
Bayo	Blanco Río Grande
Rosado	Flor de Mayo Flor de Junio
Pinto	Pinto Nacional Pinto Villa Pinto Mexicano
Otros	Alubia Grande Alubia Chica Berrendo Satevo Ojo de Cabra Pinto Delicias Manzano

Tabla 3: Variedades de frijol

## Procesamiento

Los frijoles deben ser cocidos para consumirse por contener sustancias conocidas como antinutricionales, que causan desórdenes en el tracto digestivo. Se ha demostrado que el tratamiento térmico destruye los compuestos antes mencionados y mejora la digestibilidad de las proteínas.

La efectividad del tratamiento se relaciona con variables como temperatura, tiempo de cocción, humedad inicial del grano y cantidad de agua añadida durante el proceso<sup>102</sup>.

En México la preparación de los frijoles se da de diversas formas. Para cocerlos se siguen tres pasos principales: remojarlos en agua por horas, eliminar el agua de cocimiento, volver a poner agua y cocerlos hasta adquirir una textura suave.

En muchos casos, el uso de la autoclave es común ya que disminuye el tiempo de cocimiento. Se han realizado diversos estudios de las condiciones de cocimiento de esta leguminosa, en uno de ellos<sup>98</sup>, se menciona que con 30 minutos en autoclave a 100 °C se eliminan las sustancias antinutricionales presentes, pero sensorialmente no se acepta sino hasta tener de 40 a 60 minutos de cocimiento.

En otro estudio se menciona que sin utilizar autoclave son necesarios 120 minutos a 100 °C para obtener cocimiento óptimo o a 121 °C por 20 minutos, caso en el que se tiene una digestibilidad máxima de las proteínas.

Para consumidores que prefieren adquirir frijoles ya listos para consumirse, en lugar de cocinarlos, existe la opción del producto enlatado. Este producto consiste principalmente de frijoles, agua, grasa o aceites vegetales comestibles y sal<sup>78</sup>. En este proceso el empaque es muy importante porque se debe garantizar un cierre hermético, el cual se logra con el uso de metal. La lata es el empaque empleado para obtener dicho propósito y puede ser de tres piezas (dos tapas y cuerpo) o de dos piezas (un cuerpo y una tapa)<sup>92</sup>. El material con el que se elaboran estos empaques es hoja de acero recubierto de hojalata por ambos lados. El cierre de las tapas de la lata se conoce como doble sello y se compone de 5 capas de metal. En la actualidad no se permite el empleo del plomo para la costura de la sección lateral de las latas, en su lugar se emplea soldadura eléctrica o costura con pegamento cementada<sup>83</sup>. El alimento almacenado en una lata se encuentra protegido del medio ambiente en su totalidad, pero es importante llevar a cabo el proceso de manera adecuada para evitar el crecimiento de microorganismos patógenos como el caso de *Clostridium botulinum*, cuya toxina es letal en una dosis de 0.0001 mg para el hombre.

Las etapas principales que conforman la elaboración de este producto son los siguientes<sup>46</sup>:

- *Limpieza*: consiste en eliminar impurezas como tierra y material extraño.
- *Remojo*: se sumergen los granos en agua de 10 a 12 horas para elevar su contenido de humedad y facilitar el cocimiento, además de eliminar factores antinutricionales.
- *Escaldado*: se remojan los frijoles de 5 a 10 minutos en agua a 93-100 °C, con el fin de detener cualquier proceso enzimático que puede llevarse a cabo. No debe ser excesivo porque la cáscara puede romperse liberando almidón al medio y los frijoles pueden apelmazarse.
- *Lavado*: se lavan con agua fría para remover la materia extraña.
- *Llenado*: se llenan las latas con el frijol y se añaden los demás ingredientes.
- *Engargolado*: se coloca la tapa de la lata y se cierra al cuerpo. Normalmente se usa una corriente de vapor para crear vacío.
- *Esterilización*: las latas reciben tratamiento térmico en retortas, el tiempo de permanencia en ella varía dependiendo del tamaño de la lata, pero aproximadamente es de 30 a 50 minutos con una temperatura de 118 °C.
- *Enfriamiento*: las latas se bañan con agua fría para disminuir la temperatura rápidamente y así evitar crecimiento bacteriano posterior al tratamiento térmico.

### Composición química y valor nutritivo

Las leguminosas son fuentes importantes de proteína en los países subdesarrollados donde el consumo de carne es bajo.

A pesar del hecho de que estos productos se consumen cocidos, hay un mayor número de estudios referidos a los crudos en lugar de los cocidos.

El *agua* en el grano crudo es de un 12 a un 14%, con el proceso de cocimiento el grano absorbe hasta el 100% de su peso de este compuesto<sup>98</sup>.

La fracción de *proteína* está compuesta principalmente de globulinas  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$  (80%) y le siguen las albúminas; estas proteínas son deficientes en cisteína y metionina<sup>58</sup>.

La *grasa* se encuentra en baja cantidad, alrededor de 2%. Es de importancia que esta leguminosa contenga ácido linolénico en abundancia<sup>50</sup>.

La fracción de *hidratos de carbono*, está principalmente constituida por polisacáridos estructurales y de reserva, en baja cantidad contienen monosacáridos (1%), disacáridos (3%) y algunos oligosacáridos: rafinosa, estaquiosa y verbascosa. Como el aparato digestivo humano no contiene  $\alpha$ -galactosidasas, estos últimos compuestos permanecen sin digerir y son objeto de fermentación microbiana lo que origina flatulencia<sup>98</sup>.

Los *factores antinutricionales* son compuestos químicos de importancia porque interfieren con el metabolismo. El frijol contiene compuestos de esta naturaleza<sup>50</sup>, entre ellos se encuentran:

- a) *Inhibidores de proteasas*: son sustancias que tienen la habilidad de inhibir la actividad de ciertas enzimas como tripsina, subtilisina, elastasa y quimotripsina.
- b) *Lectinas*: tienen la capacidad de aglutinar los glóbulos rojos, por lo que se conocen como hemaglutininas. Por vía oral causan vaciamiento gástrico, estimulan la secreción enzimática en el intestino, interfieren con la absorción de calcio además de producir edema, inflamación y necrosis de la pared gastrointestinal. Estas acciones se eliminan con tratamiento térmico adecuado<sup>55</sup>. El estudio de estos desórdenes en ratas ha mostrado que se inhibe el crecimiento y aumentando su consumo causan incluso la muerte.
- c) *Ácido fítico*: es un compuesto que reduce la biodisponibilidad de algunos minerales presentes en el frijol como hierro, zinc, magnesio y calcio por tener una actividad

quelante<sup>25</sup>. Para eliminar esta actividad el remojo de la semilla previo a su cocción es una manera de lograrlo.

Los valores de composición química se presentan en la tabla 4:

**Tabla 4: Composición química del frijol (g/100g)**

	Frijol caldudo a	Frijol cocido <sup>b</sup>	Frijol crudo <sup>a</sup>	Frijol crudo <sup>c</sup>	Frijol crudo <sup>d</sup>	Frijol crudo <sup>f</sup>
Energía (kcal)	128	132.56	311-320	343	345	332
Humedad	69.57	66	14.9-9.50	10.4	10.6	12
Proteína	5.17	9.3	19.5-23.7	22.7	21.8	21.8
Carbohidratos	9.72	23.26	54.01-55.44	61.6	63.5	55.4
Grasa	7.84	1.16	1.47-2.29	3.7	1.4	2.5
Cenizas	1.12		3.40-5	3.7	3.4	
Fibra		8.14	40.39-4.5			4
Calcio (mg)	42	26.74	142-265	134	92.3	183
Hierro (mg)	1.9	2.1	2.8-8.7	7.1	4.82	4.7
Zinc (mg)	1	1.13			3.96	3.65

Fuentes: a: INNSZ. 2000<sup>34</sup>, b: Whitney. 1996<sup>103</sup>, c: INCAP. 1994<sup>37</sup>, d: Mathews. 1989<sup>50</sup>, e: INNSZ.1992<sup>36</sup>

Es importante notar que la composición química de los frijoles se reporta con mayor frecuencia del grano crudo, no obstante, que no se consume de esa manera. Sólo en dos de los 6 casos presentados en la tabla 6 muestran los valores de frijoles cocidos.

## CAPÍTULO VI

### Plátano



---

El plátano es una fruta larga de cáscara suave y gruesa que es amarilla cuando madura. Su pulpa va de color blanco a blanco cremoso. Pertenece al género *Musa* especie *sapientum* <sup>79</sup>.

#### Historia

Se cree que el plátano es originario de Malasia, el primer signo de su existencia data del siglo VI a.C. en la India, aunque se cree que la planta tiene cerca de un millón de años de existencia. Según la leyenda hindú, el plátano fue la fruta ofrecida a Adán, por lo que se le considera la fruta paradisíaca de ese país<sup>10</sup>.

El cultivo de esta fruta se propagó de Asia Oriental a Madagascar en África, donde según evidencias en el siglo X d. C. los habitantes de África del este la consumían. Después la planta fue emigrando hacia el oeste del continente donde los portugueses con sus viajes de exploración la encontraron y la llevaron a las Islas Canarias. De este último punto fue llevada al Nuevo Mundo al cual llegó por primera vez a la isla de Haití en 1516<sup>94</sup>.

Por ser un producto delicado, no era disponible en el mercado sino hasta principios del siglo XX en que se desarrollaron métodos de conservación y medios más rápidos de transporte.

En México, las primeras plantas de plátanos llegaron a Tabasco en 1866. Su cultivo se inició formalmente hasta el siglo XX, siendo los primeros lugares Tuxtepec Oaxaca en 1916 y Chiapas en 1923<sup>44</sup>.

El plátano es una de las cuatro frutas más producidas a nivel mundial<sup>21</sup>, alcanzando el valor en miles de toneladas para 1997 de 55 787, rebasando a las manzanas con 53 673 y por debajo de los cítricos con 96 749 y las uvas con 57 410. En México, como se mencionó en el capítulo IV, es también de las frutas más producidas y consumidas.

### Características botánicas

El plátano pertenece al orden Escitaminales, familia *Musaceae* y género *Musa*. La especie de plátano que se consume crudo ha recibido nombres como *acuminata* y *balbisiana*, pero su calificativo válido es el dado por Linneo en su *Systema Naturae* i.e. *sapientum*. Este nombre surgió de un escrito del historiador romano Plinio en donde decía que el fruto se utilizaba como alimento de los sabios.

La planta del plátano o platanera es herbácea y, aunque sus partes aéreas mueren después de dar los frutos, se considera perenne porque son reemplazadas por nuevos retoños que crecen desde su base. La platanera consiste de un tallo, raíces, hojas y flores. El tallo se denomina cormo, sirve como órgano de almacenamiento y está compuesto de capas concéntricas de cortes de hojas de donde emergen estas últimas, así como las raíces, las flores y los retoños. Las raíces entran en el suelo a una profundidad de 20 a 30 cm y en un radio de 2 a 3 m. Las hojas poseen una parte basal llamada vaina foliar con la cual se acomodan en forma helicoidal alrededor del tallo para formar el seudotrunko y luego extenderse en forma axial al tallo. La vida media de las hojas dura entre 100 y 200 días. Del tallo surgen unas partes dispuestas en forma helicoidal conocidas como brácteas que se repliegan y caen. A lo largo de las brácteas se acomodan las flores en filas de dos, denominándose a cada grupo mano. Las flores son hermafroditas pero las más cercanas a la bráctea, de 6 a 15 manos, son de dominancia hembra y dan origen a los plátanos llamados dedos. Las flores restantes son de dominancia masculina o intermedia<sup>16</sup>.

La platanera alcanza alturas de 3 a 8 metros y sus hojas longitudes de hasta 3 metros<sup>54</sup>. Su cultivo se realiza en regiones tropicales y subtropicales, i.e. en latitudes de entre 30° norte y 30° sur. Sus requerimientos de nitrógeno y fósforo son altos, por lo que es necesario un estricto control de fertilizantes para enriquecer el suelo.

El plátano es una fruta de tipo baya, lo que implica una estructura morfológicamente simple con una piel delgada envolviendo a la pulpa que contiene muchas semillas<sup>69</sup>.

El plátano, al ser separado de la planta durante la cosecha pierde sus suministros de agua, minerales y compuestos orgánicos, no obstante se mantiene capaz de continuar con diversos procesos metabólicos para satisfacer las demandas energéticas<sup>27</sup>.

La principal actividad fisiológica en los tejidos del plátano es la respiración<sup>64</sup>, proceso en el cual se oxida la materia orgánica a moléculas simples como dióxido de carbono y agua, con la consecuente producción de energía.

Otra actividad que se da lugar es la transpiración<sup>63</sup>, que es la pérdida de agua del fruto debida a evaporación. Por último la producción de etileno es una actividad importante ya que acelera los procesos de respiración.

Estos tres eventos se dan a lo largo de tres etapas, que se describen a continuación:

- *Pre-climatérica*: hay un a baja actividad metabólica, la fruta todavía se considera inmadura y es de color verde.
  
- *Maduración*: hay un gran incremento en la respiración y producción de etileno, fenómeno conocido como climatérico, i.e. el proceso de maduración está asociado a un aumento en la tasa de respiración. La clorofila de la cáscara se degrada revelando el color amarillo de los carotenos y xantofilas.

El almidón se hidroliza a monosacáridos para la producción de energía, esto provoca el gusto dulce característico de un plátano maduro. También se incrementa la producción de ácidos como málico, cítrico y oxálico.

- *Senescencia*: el metabolismo disminuye, la pulpa pierde su consistencia firme y por lo tanto la calidad del producto baja considerablemente.

La maduración del plátano es fácilmente reconocida por los cambios que sufre el color de su cáscara<sup>44</sup>. Existe una escala de colores en la que se determina cada etapa, como se presenta en la tabla 5:

Etapa	Coloración
1	Verde
2	Verde con ligero matiz amarillo
3	Más verde que amarillo
4	Más amarillo que verde
5	Verde en las puntas
6	Completamente amarillo
7	Amarillo con puntos negros
8	Amarillo con manchas negras

Tabla 5: Escala de colores en la maduración del plátano

El plátano, por ser una fruta tropical es susceptible de sufrir quemadura por frío, la cual consiste en una exposición a temperaturas por debajo de lo 10 °C que provoca un oscurecimiento en el color de la piel por la oxidación de polifenoles, además de afectar las membranas celulares de los tejidos. Esta situación afecta la maduración retardando la fase climatérica y reduciendo la producción de sustancias volátiles<sup>64</sup>.

## Clasificación

Existen diferentes tipos de plátano entre ellos se encuentran<sup>44</sup>:

- *Tabasco*: es el plátano típico de cáscara y pulpa color amarillo. Adquirió su nombre debido al lugar donde se cultiva en México. Mide de 15 a 30 cm.
- *Morado*: su nombre se debe al color de su cáscara. El color de su pulpa es rosa y su sabor es como el del plátano amarillo.
- *Dominico*: es un plátano de tamaño pequeño (de 6 a 8 cm). Es el más dulce de los plátanos.
- *Macho*: plátano de tamaño más grande que suele consumirse cocido cuando ya está en etapa de casi negro (fase 8).
- *Manzano*: es también de color amarillo, pero más pequeño (8 a 10 cm) y madura más rápido que el tabasco.
- *Cavendish*: se cultiva particularmente en las Islas Canarias, es de tamaño medio y de cáscara delgada.

La norma mexicana de plátano<sup>79</sup>, lo clasifica en tres grados de calidad: extra, primera y segunda, no permitiendo defectos en el primero y tolerando algunos en los dos restantes, como quemaduras del sol, daños por calor y rozaduras.

## Procesamiento

El plátano se cosecha alrededor de 10 a 15 meses después del surgimiento de la planta. El método usual de cosecha es cortar la mano de la planta y llevarla fuera de la plantación<sup>23</sup>. Para evitar que se dañen las manos, en lugar de llevarlas una persona, es común envolverlas en mantas y suspenderlas por el extremo en bandas de cables que las llevan automáticamente a la empacadora donde después son transportadas en cajas<sup>54</sup>.

El almacenamiento es un paso muy importante en el proceso de maduración de este producto. Se debe tener un control de la temperatura, i.e. mantenerla a un nivel en que se tenga al mínimo su tasa de respiración, pero no demasiado bajo como para provocar quemadura por frío; esto es alrededor de 12 °C. La humedad relativa también es un factor importante de control, se debe mantener a niveles altos para que la fruta no pierda un exceso de humedad por transpiración<sup>64</sup>.

Se han realizado estudios respecto a la temperatura de almacenamiento de los plátanos en los que se ha observado que mantenidos en un ambiente controlado, i.e. libre de etileno (usando absorbentes), controlando los niveles de oxígeno y humedad relativa a niveles de hasta 30 °C; se añaden 20 días a la etapa preclimática y se sustituye en cierto grado el control de temperatura. Pero es una tecnología que no es factible aún por ser de un costo elevado<sup>69</sup>.

### Composición química y valor nutritivo

Los nutrimentos presentes en el plátano se describen a continuación<sup>45</sup>.

El *agua*, al igual que en las frutas frescas, es el componente químico de mayor abundancia. Al ir madurando el plátano, el peso de la pulpa se incrementa debido a un aumento en la cantidad de agua. Este aumento se debe en mayor grado al flujo de líquido de la cáscara a la pulpa por diferencia de presión osmótica y en menor grado a la formación química como producto de la oxidación de los hidratos de carbono.

El principal *hidrato de carbono* presente en el plátano es el almidón, compuesto en mayor grado por amilopectina y acomodado en gránulos que se mantienen sin agruparse, también se tienen, aunque en menor proporción, fructosa y sacarosa. Con el proceso de maduración, el almidón se hidroliza y como producto final se tiene glucosa. Por consecuencia, los primeros indicios de maduración se detectan por los cambios en textura que se vuelve más suave y por el gusto dulce; ambos factores debido a la presencia de azúcares simples. El contenido total de hidratos de carbono disminuye en una pequeña cantidad por el uso de la glucosa en el proceso de respiración.

La *pectina* es otro componente del tejido de la fruta. Cuando está verde, se encuentra en forma de protopectina, que con el proceso de maduración se convierte en pectina y finalmente en ácido péctico.

La *proteína* del plátano está constituida de albúmina, globulina, glutelina, prolamina, y enzimas como proteasas, catalasa, invertasa y amilasa. Se encuentra en baja cantidad y no se altera durante la maduración.

La *fibra* del plátano se compone en su mayoría de lignina, siguiendo la celulosa y finalmente la hemicelulosa. El contenido total de fibra disminuye a medida que la maduración tiene lugar, debido a la hidrólisis de sus componentes.

El *pH* disminuye de 5.02-5.6 en plátano verde a 4.75-5.2 en plátano maduro. Esta caída se debe a la formación de ácidos orgánicos, siendo el más abundante el málico y en pequeñas cantidades cítrico, bórico, tartárico, acético y oxálico.

Los *taninos*, que son sustancias fenólicas solubles en agua, se encuentran en pulpa y cáscara dando un sabor astringente en la fruta inmadura y una ligera nota en la fruta madura. En el transcurso de los procesos metabólicos, el contenido de taninos disminuye casi en su totalidad.

La *fitina* es la sal de magnesio del ácido fítico y se encuentra en el plátano en bajas cantidades. Se ha comprobado que el ácido fítico inhibe la absorción de calcio en el intestino, pero se desconoce si la fitina provoca el mismo efecto.

La *grasa* presente está constituida por una mezcla de ácidos, entre ellos, el palmítico, el oleico, el linoleico y el linolénico. Los dos últimos son esenciales para el cuerpo humano, pero las cantidades presentes en el plátano son muy pequeñas como para ser un aporte de consideración. La fracción grasa no presenta cambios durante la maduración.

Las *cenizas* no se alteran durante el proceso de maduración y su contenido no tiene diferencias marcadas entre diferentes variedades. Los minerales que contiene son: zinc, yodo, cobre y aluminio.

Los *pigmentos* presentes son la clorofila, xantofilas y carotenos y en menor proporción flavonas y antocianinas.

La *vitamina* que se encuentra en mayor proporción es el ácido ascórbico y en pequeñas cantidades se tiene tiamina, riboflavina, niacina, vitamina E y ácido pantoténico.

En términos generales, el plátano es fuente de energía por la cantidad de azúcares simples que presenta cuando está maduro. Son de importancia sus minerales y vitaminas. Tiene la ventaja de ser consumido de forma aséptica por estar protegido por su cáscara, que no es comestible. Se dice que es una buena alternativa para niños con problemas intestinales.

La composición química del plátano según diferentes fuentes se muestra en la tabla 6. Sólo en una de ellas se indica el grado de madurez (INCAP), sin embargo no se aclara lo que se entiende por plátano maduro. La proporción de los nutrimentos es similar en todos los casos.

Tabla 6: Composición química del plátano

	Plátano tabasco <sup>a</sup>	Plátano tabasco <sup>b</sup>	Plátano maduro <sup>c</sup>	Plátano <sup>d</sup>	Plátano <sup>e</sup>	Plátano <sup>f</sup>
Energía (kcal)	86	84-92	127	91.23	110	92
Humedad	71.6	60.20-75.80	63.8	74	78.1	74.3
Proteína	1.2	0.93-1.5	1.01	0.88	1.1	1.03
Carbohidratos	22	21.17-22.78	33.8	23.68	25.8	23.4
Grasa	0.3	0.19-0.43	0.2	0.88	0.4	0.48
Cenizas		0.8-0.9	0.8		1.48	
Fibra	2.1	0.27-0.42		1.75	1.07	0.5
Calcio (mg)	13	6-31	8	6.14	13.8	6
Hierro (mg)	0.7	0.3-6.26	0.8	0.31	1.5	0.31
Zinc (mg)	0.17			0.16		0.16

Fuentes: a: INNSZ. 1992<sup>36</sup>, b: INNSZ. 2000<sup>34</sup>, c: INCAP. 1994<sup>37</sup>, d: Whimsey. 1996<sup>101</sup>, e: Morton. 1987<sup>53</sup>, f: Young. 1986<sup>102</sup>

## CAPÍTULO VII

### Leche



---

La leche de vaca para consumo humano se define como “el producto proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas, se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después de éste o cuando tenga calostro”<sup>84, 89</sup>.

#### Historia

Se dice que la vaca es descendiente del uro o toro primitivo, originario de Asia. Los bovinos fueron domesticados hace aproximadamente 10 000 años<sup>18</sup>. Para los hindúes las vacas tenían un papel importante dentro de su cultura, y de hecho era el animal sagrado, como lo muestran algunos textos religiosos. He aquí un fragmento de uno de ellos, “todos los que maten una vaca, se achicharrarán en el infierno durante años cuantos pelos tenía la piel de la vaca muerta”<sup>82</sup>.

En la biblia<sup>95</sup> se encuentran referencias a la vaca o sus derivados, como el caso en el libro de Jueces (4:19), el cual se remonta al siglo VII a. C.

*... él le pidió un poco de agua para calmar la sed.  
La mujer destapó el odre de la leche, le dio a beber  
y volvió a cubrirlo con una manta...*

Con el paso del tiempo, la crianza de la vaca se fue extendiendo hacia el occidente. Existen evidencias de civilizaciones en torno al mar Mediterráneo (aproximadamente 3000 años) de dibujos de vacas y hombres ordeñándolas. Ya en la Roma antigua su explotación era

un arte bien establecido; una de las primeras descripciones de la vaca lechera fue realizada por Varro, en el siglo I a. C.<sup>65</sup>.

Por siglos, Europa crió ganado vacuno y surgieron razas que fueron especialmente importantes en la producción de leche y los pobladores se habituaron a su consumo. Suiza y Holanda fueron los países en donde se desarrolló más la lechería.

Con la llegada de los europeos a América fueron traídas las primeras vacas, las cuales arribaron por primera vez entre 1510 y 1560 a Cuba y República Dominicana. En 1611 llegaron a la colonia de Jamestown en el actual Estados Unidos<sup>18</sup>.

Durante el período colonial y hasta pasada la primera mitad del siglo XIX, la explotación lechera estuvo limitada a rebaños relativamente pequeños cuidados por familias de agricultores. Se cree que los primeros casos de acumulación de leche para fines industriales, fueron esfuerzos de cooperativas de familias que reunían su producción de leche para fabricar queso<sup>40</sup>.

Con el paso del tiempo algunos inventos fueron haciendo posible el tratamiento de la leche a gran escala, entre ellos figuran: la leche condensada, en 1856; la desnatadora centrífuga, en 1878 y los métodos de determinación de grasa en leche por Babcock<sup>65</sup>.

Una contribución muy importante a la industria lechera fue el trabajo realizado por Pasteur con relación a microorganismos como agentes causales de descomposición, caso específico de levaduras indeseables en vino y cerveza. Propuso un tratamiento térmico para eliminar microorganismos indeseables y su técnica fue aplicada a la leche a fines del siglo XIX en forma industrial<sup>40</sup>. Este proceso se denominó pasteurización, con él se hizo posible la producción de leche a gran escala debido a que el producto se conservaba por un tiempo más prolongado.

Con el afán de elevar aún más la vida de anaquel de la leche, se comenzó a tratarla con una mayor temperatura así, en 1893 se construyó un equipo que era capaz de subir la temperatura de la leche hasta 125 °C por 6 minutos y en 1909 se fabricó un sistema tubular de funcionamiento continuo, capaz de calentar la leche a 130-140 °C. Pero la falta de empaques adecuados provocó que el tratamiento a mayor temperatura no ofreciera más ventajas que la pasteurización por no permitir que la leche se mantuviera exenta de contacto con el medio y fuera susceptible de nuevo a la proliferación bacteriana. No fue sino hasta la llegada de los empaques asépticos que se hizo posible un tiempo de conservación más largo para la leche; en 1961, la compañía sueca Tetra-Pak comercializó la primera envasadora ascéptica<sup>4</sup>. A partir de ese momento, se despertó un gran interés por la leche denominada ultrapasteurizada, la cual tuvo una gran expansión en el continente europeo y después en el resto del mundo.

La producción de leche en México no es suficiente para cubrir el abasto que se necesita, es por ello que se importa leche en polvo para satisfacer las deficiencias de la oferta<sup>24</sup>.

El organismo encargado de reconstituir la leche en polvo y distribuirla a la población es LICONSA<sup>43</sup>, quien tiene como misión: “contribuir a mejorar la nutrición de niños de familias de escasos recursos económicos, a través de la industrialización y distribución de leche de calidad y bajo precio”.

### Características zoológicas

La vaca pertenece al orden *Artiodactyla*, suborden *Ruminantia* género *Bos* especie *taurus*. Los rumiantes son el orden más extenso de artiodáctilos, está formado por ungulados cuyo tercer y quinto dedos se encuentran reducidos o nulos. El estómago está dividido en cuatro cámaras y faltan los incisivos superiores. Tienen mamas en posición inguinal y la mayor parte de ellos están dotados de cuernos en ambos sexos. Por su parte, los bóvidos son animales que tienen cuernos no ramificados permanentes, cubiertos de queratina y huecos, por lo que suele denominárseles cavicornios<sup>3</sup>.

La vaca es un animal herbívoro, necesita de aproximadamente 50 kg de forraje al día para nutrir su masa corporal que es de 600 a 800 kg. Su duración de vida es de 20 a 22 años.

Su hocico es lampiño, las fosas nasales se abren, son amplias, dilatables y siempre húmedas, lo cual indica una agudeza en el olfato<sup>65</sup>. Las cuatro secciones de su estómago se conocen como panza, donde se acumula la hierba; redecilla, donde la hierba se aglutina; y finalmente libro y cuajar, donde se lleva a cabo la digestión. Para poder llevar a cabo la hidrólisis de celulosa y hemicelulosa, la vaca posee una flora microbiana que segrega una serie de enzimas, conocidas como celulasas<sup>100</sup> capaces de hidrolizar los enlaces  $\beta$  (1,4) de la celulosa, cualidad que sólo poseen ciertos microorganismos.

### Clasificación

A continuación se enuncian dos criterios de clasificación de la leche<sup>71</sup>:

a) *Según la cantidad de grasa que contiene.*

- *Entera.* 3%
- *Parcialmente descremada.* 2.8%
- *Semidescremada.* 1.6%
- *Descremada.* 0.5%

b) *Según el proceso de conservación que sufre*

- *Cruda.* es la secreción de las glándulas mamarias de la vaca, sin calostro y sin sustracción alguna de sus componentes naturales.
- *Pasteurizada.* es la leche sometida a una adecuada relación de temperatura y tiempo que garantice la eliminación de microorganismos patógenos.

- 
- *Ultrapasteurizada*: es la leche sometida a un tratamiento térmico por arriba de los 100 °C, en una relación tiempo y temperatura necesaria para proporcionar esterilidad comercial.
  - *Evaporada*: es el producto obtenido por la eliminación parcial del agua de la leche o la rehidratación parcial de la leche en polvo hasta obtener una determinada concentración de sólidos de leche y grasa.
  - *Leche en polvo deshidratada*: es el producto al cual se le ha eliminado cuando menos el 96% del agua propia de la leche.
  - *Leche rehidratada*: es el producto que se obtiene mediante la adición de agua purificada a la leche en polvo, y en su caso grasa butírica en cualquiera de sus formas.
  - *Condensada*: es el producto obtenido mediante la evaporación parcial del agua de la leche a través de presión reducida, a la que se le ha agregado sacarosa o dextrosa, hasta alcanzar una determinada concentración de grasa y sólidos totales.
  - *Leche reconstituida con grasa vegetal o leche con grasa vegetal*: es el producto que se obtiene a partir de leche descremada en polvo o fluida, grasa vegetal y, en su caso agua purificada, en las cantidades necesarias para ajustar el producto a las especificaciones técnicas.
  - *Fórmula láctea*: es la leche recombinaada, producto obtenido a partir de la recomposición de los ingredientes propios de la leche siendo: caseína, en cualquiera de sus formas, lactosa, suero de mantequilla, suero de queso, lactosuero y agua purificada en las cantidades necesarias para ajustarlo a las especificaciones técnicas.
  - *Leche deslactosada*: es la leche que ha sido sometida a un proceso de transformación parcial de la lactosa, por medios enzimáticos, en glucosa y galactosa; conservando el resto de sus características y aportes nutrimentales.

- *Leche acidificada:* es el producto obtenido por la acidificación de leche fluida o en polvo, entera, parcialmente descremada, semidescremada o descremada, pasteurizada; adicionada con agentes acidulantes y, en su caso agua purificada.
- *Leche cultivada o fermentada:* es el producto obtenido por la acidificación de leche fluida o en polvo, entera, parcialmente descremada, semidescremada o descremada, pasteurizada; la cual ha sido adicionada de bacterias lácticas y, en su caso de agua purificada, dichas bacterias deben permanecer viables en el producto.
- *Leche concentrada:* es el producto obtenido a partir de la adición de leche en polvo a la leche fluida, o mediante la rehidratación parcial de leche en polvo.
- *Leche saborizada:* es la leche en cualquiera de sus tipos y procesos que ha sido adicionada de saborizantes y edulcorantes.

## Procesamiento

El primer paso en la obtención de la leche es la ordeña, que es cuando se extrae de la ubre de las vacas. De la forma tradicional se realiza esta operación a mano; para el caso de las grandes industrias se tienen sistemas automatizados para tener un mayor control higiénico que evite la contaminación del producto.

La leche ordeñada se recolecta, al inicio la cuenta bacteriana asciende de 300 a 1500 bacterias/mL en poco tiempo<sup>93</sup>. Para evitar el crecimiento de microorganismos se debe mantener a 4 °C desde el ordeño hasta el tratamiento que se disponga para su conservación.

En camiones tanque se transporta la leche a la planta, donde se le dará un tratamiento adecuado para prolongar su conservación. A su llegada se llevan a cabo las llamadas pruebas de plataforma, con las que se verifica si el producto está en buenas condiciones para ser utilizado.

Por contener material extraño (pelos, tierra) la leche es filtrada para eliminar partículas y después se somete a la bactofugación, en la que se centrifuga para eliminar partículas contaminantes y algunas bacterias como del género *Bacillus* o *Clostridium*.

El producto ya libre de impurezas es homogenizado, proceso que consiste en disminuir el tamaño de los glóbulos de grasa para favorecer la estabilidad de la emulsión. Un método alternativo para mantener estable la emulsión es la adición de agentes tensoactivos, como el caso de sorbitán<sup>14</sup>.

Posteriormente se realiza el tratamiento térmico para eliminar en lo posible la flora microbiana que causa descomposición o patógenos.

- *Pasteurización*: este proceso tiene dos variantes, la primera es la LTLT (pasteurización a baja temperatura y largo tiempo) consiste en calentar la leche a temperatura de 63 °C por 30 minutos para después enfriarla hasta 4 °C; es un método muy efectivo para destruir microorganismos patógenos y no modifica las propiedades de la leche. La segunda es la HTST (pasteurización a alta temperatura y corto tiempo) se calienta la leche a 71.5 °C por 15 segundos; existe una ligera modificación en las proteínas. Para ambos casos la leche debe mantenerse en refrigeración<sup>1</sup>.
- *Ultrapasteurización*: consiste en calentar la leche a 158-160 °C de 2 a 6 segundos. Debe ser envasada en recipientes estériles y las proteínas se desnaturalizan de un 30 a un 60 %. El producto no necesita refrigeración<sup>1</sup>.
- *Leche evaporada*: se elimina agua con ayuda de vacío para lograr la evaporación a menor temperatura y así evitar el deterioro del producto. La cantidad de sólidos totales en la leche fluida es alrededor de 12%, mientras que en la leche evaporada por la reducción de la cantidad de agua el valor de sólidos totales se concentra hasta 24-36%<sup>40</sup>.

- *Leche en polvo*: la leche pierde agua por evaporación, como en el caso del apartado anterior. Posteriormente se aplica un secado por aspersión, en el cual se pone la leche en contacto con aire caliente provocando la pérdida de agua y un polvo con una humedad de alrededor de 4%. El polvo es empacado en latas a presión reducida para lograr un vacío que prolongue la vida útil del producto<sup>40</sup>.

La leche líquida ya tratada se enfría con una corriente de agua, el enfriamiento no debe ser brusco ya que la grasa tiende a solidificarse<sup>29</sup>. Finalmente la leche se empaca en un contenedor que permita su conservación, de preferencia se usan recipientes que no permitan la entrada de la luz, ya que la vitamina A es susceptible de degradarse<sup>38, 94</sup>.

### Composición química y valor nutritivo

La leche es un alimento que tiene como función nutrir a un animal de corta edad por lo que es completo y sus nutrimentos son de buena calidad.

El *agua* es el componente que se encuentra en mayor proporción, alrededor de 87%. Su función es ser dispersante de los demás componentes.

La materia *grasa* es el componente que más varía de la leche. Se encuentra en forma de glóbulos grasos, que tienen una capa envolvente formada de fosfolípidos, colesterol, vitamina A, proteínas, enzimas y minerales. La membrana del glóbulo graso permite que la grasa puede dispersarse en el medio acuoso debido a las cargas que presenta en su superficie. En el interior del glóbulo graso se tienen triglicéridos, conformados ácidos grasos saturados: butírico, caproico, caprílico, láurico, mirístico, pentadecanoico, palmítico, esteárico, araquídico; ácidos grasos monoinsaturados: oleico, miristoleico y palmitoleico; y poliinsaturados: linoleico y linolénico<sup>97</sup>. La membrana del glóbulo graso facilita la dispersión de la grasa en la matriz acuosa de la leche<sup>29</sup>. Algunos tratamientos provocan que el colesterol se oxide formando subproductos que se consideran cancerígenos, mutagénicos y causa de arterosclerosis; como en el caso de la leche en polvo<sup>17</sup>.

La gran variedad de tipos de ácidos grasos es una particularidad de la leche, los que más abundan son los ácidos grasos saturados, que según algunos autores, tienen efectos nocivos en la salud y otros afirman que es un alimento completo y recomiendan su consumo.

El principal *hidrato de carbono* es la lactosa, disacárido de glucosa y galactosa. La enzima encargada de hidrolizar el enlace del azúcar es la lactasa, la cual es deficiente en personas de edad avanzada o niños. Esta escasez provoca que la lactosa no sea hidrolizada y pase por el tracto digestivo donde sí es atacada por algunas bacterias que al utilizarla producen gas y como consecuencia flatulencia. Esta situación se conoce como intolerancia a la lactosa y las personas que la padecen deben evitar el consumo de leche, aunque existe la alternativa de leche deslactosada.

Las *proteínas* son de dos tipos: las caseínas y las proteínas del suero. Las caseínas pueden ser de tipo  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\kappa$ . Constituyen el 80 % de las proteínas de la leche y se asocian en micelas. Las proteínas del suero se componen de albúminas ( $\beta$ -lactoalbúmina,  $\alpha$ -lactoalbúmina y seroalbúmina) y globulinas (inmunoglobulinas, euglobulinas y pseudoglobulinas)<sup>93</sup>. La calidad de las proteínas se puede ver afectada por el tratamiento térmico que se le aplica a la leche, por ejemplo, en la leche ultrapasteurizada la cantidad total de cisteína se ve disminuida ya que ésta forma puentes disulfuro al ser calentada<sup>12</sup>.

Las *sales* de la leche están constituidas de calcio, sodio, potasio, magnesio, fósforo, hierro, zinc, aluminio, cobre y estaño. El mineral de mayor importancia es el calcio; existen corrientes ideológicas que promueven la disminución en el consumo de leche por lo que algunos autores sugieren otros alimentos que puedan proveer de este mineral en igual proporción<sup>66</sup>.

Las *enzimas* que contiene la leche son diversas y es necesario conocer su actividad para evitar complicaciones en el procesamiento. Entre ellas se encuentran: peroxidasa, catalasa, fosfatasa, lipasa, proteasas, lactasa y  $\alpha$ -amilasa<sup>101</sup>.

Las *vitaminas* liposolubles que se encuentran presentes son la vitamina A y D, las hidrosolubles B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> y vitamina C.

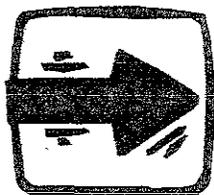
La composición química de la leche entera según diversos autores se presenta a continuación en la tabla 7. Los valores se encuentran cercanos entre sí, en las tablas del INNSZ 2000 se tienen cifras que ocupan un rango mayor.

**Tabla 7: Composición química de la leche**

	a	b	c	d	e	f
Energía (kcal)	61	55-71	65	61.48		
Humedad	87.9	87.80-90.30	87.4	88	87.6	87.6
Proteína	3.3	1.20-3.60	3.3	3.28	3.4	3.3
Carbohidratos	4.7	2.80-6.00	5.2	4.51	4.8	4.7
Grasa	3.3	2.10-5.40	3.5	3.28	3.7	3.8
Cenizas		0.5-1.7	0.6		0.7	
Vitamina A (RE)	31		28	31.15		35
Calcio (mg)	119	104.08-115.94	152	118.85		120
Hierro (mg)	0.1	0.20-3.10	0.3	0.05		
Zinc (mg)	0.38	0.46-0.60		0.38		

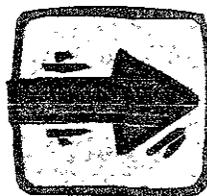
Fuentes: a: INNSZ. 1992<sup>36</sup> b: INNSZ. 2000<sup>34</sup> c: INCAP. 1994<sup>37</sup> d: Whitney. 1996<sup>103</sup> e: Spreer. 1991<sup>93</sup> f: Porter. 1991<sup>62</sup>

# **Segunda parte: Objetivos y descripción del trabajo**



## CAPITULO VIII

### Objetivos



---

#### Justificación

La mala alimentación en México tiene muchas causas, como se mencionó en el capítulo 1 y es necesario atacarlo desde diversos ángulos.

Cuando se sabe que la alimentación no es adecuada es necesario conocer específicamente los aspectos en que es deficiente. Se han realizado diversos estudios para conocer los hábitos alimenticios de los habitantes del país<sup>8, 35, 47</sup> y diversos programas para mejorar la calidad en su dieta. Pero no existen trabajos directamente enfocados a identificar en forma puntual lo que es necesario incorporar en consumo de alimentos para llegar a una dieta balanceada, i.e. en las circunstancias en que nos encontramos cuáles son las alternativas para satisfacer las necesidades de las personas. No es una tarea fácil puesto que la dieta se ve influenciada por múltiples factores y no es posible determinar las mismas soluciones para todos.

Las tablas de composición química de los alimentos ayudan en el conocimiento de las proporciones en que los nutrimentos se encuentran en los alimentos, aunque no indican directamente la calidad nutritiva, si son una herramienta muy útil. Es pues, importante contar con una fuente de información confiable para establecer la cantidad de nutrimentos que un alimento aporta y, como se explicó en el capítulo dos, los datos reunidos en las tablas empleadas en la actualidad derivan de referencias bibliográficas en su mayoría.

Es así que el propósito del presente trabajo es colaborar en el mejoramiento de la calidad de la información de los componentes de los alimentos, actualizándolos y comparándolos a los datos existentes, además de conocer las deficiencias que pueden presentarse con los alimentos de mayor consumo para tener una idea general de las carencias de nutrimentos.

Este trabajo dista mucho de querer resolver un problema tan complejo, pero es una pequeña aportación.

### **Objetivos**

- Determinar humedad, grasa, cenizas, fibra, proteína, vitamina A, hierro, calcio y zinc en 4 alimentos de alto consumo en la República Mexicana para identificar si existen diferencias en composición nutrimental entre grupos de un mismo alimento.
- Comparar las cantidades de nutrimentos determinados con las tablas del Instituto Nacional de la Nutrición “Salvador Zubirán” (INNSZ), INCAP, Whitney y otras fuentes.
- Conocer qué proporción de nutrimentos aportan los alimentos estudiados en la dieta diaria con referencia a las recomendaciones.

# CAPÍTULO IX

## Metodología



---

Para obtener los valores de composición química de los cuatro alimentos seleccionados se siguieron los pasos siguientes.

**I Selección de alimentos:** Para identificar los alimentos de mayor consumo en la República Mexicana, se tomaron en cuenta datos estadísticos de diferentes fuentes como del INEGI, con valores de consumo aparente de alimentos, y el índice de la producción industrial<sup>31</sup>, las encuestas realizada por el INNSZ, ENAL96<sup>35</sup> y ENURBAL95<sup>8</sup>, en donde se presentan los alimentos de mayor consumo y el Anuario de Producción Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura<sup>70</sup> con cifras de producción de los diferentes alimentos. Los cuatro alimentos seleccionados fueron: la tortilla, el frijol, el plátano y la leche.

**II Selección de las muestras:** Las muestras que se utilizaron en el análisis fueron escogidas considerando alimentos listos para consumirse. Se tomaron de distintos lugares de procedencia o que hubieran sufrido tratamientos diferentes. Para cada uno la selección se realizó de la siguiente manera.

*Tortilla:* se escogió el tipo de tortilla de maíz blanco o amarillo. Las fuentes de obtención fueron: de tortillería de supermercado (Wal Mart), de tortillería del mercado de Sonora, de tortillas empacadas (marca Milpa Real), de tortillería de Tlalnepantla, de tortillería de Tacubaya y finalmente de nixtamal casero (mercado de Xochimilco).

*Frijol:* el tipo de frijol escogido fue el negro, cocido en caldo, conocido como “frijoles de olla”. Las fuentes de obtención fueron: de mercado (Villa Coapa), enlatado (marca La Costeña), de super cocina, i.e. el establecimiento que a diario vende alimentos preparados (Xochimilco), de elaboración casera, de fonda, i.e. el lugar donde se ofrece un menú de comida a bajo precio (Tacubaya) y de restaurante (Cafetería de Diseño Industrial, Ciudad Universitaria). Por ser de diferentes orígenes, no se controlaron las condiciones de preparación de las muestras.

*Plátano:* el plátano seleccionado fue el tipo “tabasco” y se recolectaron inmaduros (fase 1) considerándose día 0. Los lugares de obtención fueron un supermercado (Aurrerá) y en un puesto de la central de abastos. Ambos lotes se dejaron madurar en las mismas condiciones (temperatura y humedad del ambiente). Los análisis de ambos lotes se realizaron en 3 distintas etapas de madurez de los dedos: fase 6 (color amarillo homogéneo en el día 4), fase 7 (amarillo con puntos negros en el día 5) y fase 8 (con manchas negras en el día 9). De esta manera se obtuvieron las 6 muestras, tres de cada lote.

*Leche:* la selección de la leche fue con base en su tratamiento y el tipo fue de leche entera. Las muestras fueron: leche bronca (establo de Xochimilco), leche pasteurizada (marca Alpura Preferente Especial), leche reconstituida (de leche en polvo marca Nido, reconstituida según las instrucciones de la etiqueta), leche ultrapasteurizada (marca Boreal), fórmula láctea (marca Nutri Leche) y leche de Liconsa. La fórmula láctea no se considera como leche pero pretende ser un sustituto, razón por la cual también se seleccionó.

Las fuentes de obtención de las muestras y el número que se asignó a cada una de ellas se resumen en la tabla 8.

Tabla 8: Origen de las muestras seleccionadas

Muestra	Tortilla	Frijol	Platano	Leche
1	De tortillería de supermercado (Wai Mart)	De mercado (Villa Coapa)	Amarillo (fase 6) Central de abastos	Bronca (establo de Xochimilco)
2	De tortillería de mercado (Sonora)	De lata (marca La Costeña)	Amarillo (fase 6) Supermercado	Pasteurizada (marca Alpura)
3	Tortillas empacadas (marca Milpa Real)	De super cocina	Con puntos negros (fase 7) Central de abastos	Reconstituida (marca Nido)
4	Tortillería de Tlalnepantla	De casa	Con puntos negros (fase 7) Supermercado	Ultrapasteurizada (marca Boreal)
5	De tortillería de Tacubaya	De fonda	Con manchas negras (fase 8) Central de abastos	Fórmula láctea (marca Nutri Leche)
6	De nixtamal casero (Xochimilco)	De cafetería	Con manchas negras (fase 8) Supermercado	Liconsa

**III Análisis Químico:** se realizaron los análisis de cada muestra obtenida por triplicado, con excepción de la determinación de grasa para leche en que se realizaron cuatro réplicas. Los métodos empleados fueron los oficiales de la AOAC<sup>7</sup> y las normas mexicanas correspondientes para los casos de humedad, grasa, proteína, fibra, cenizas, hierro, calcio y zinc. En el caso de la vitamina A se siguió la metodología propuesta por Fuir<sup>22</sup>. A continuación se describe brevemente la preparación de las muestras para llevar a cabo los análisis, así como los métodos empleados. En el caso del análisis de grasa y vitamina A para leche se describen con mayor detalle por no ser métodos oficiales.

## Preparación de las muestras

Una vez obtenidas las muestras de cada alimento se fueron acondicionando para poder realizar los análisis químicos correspondientes. En el caso de tortilla, plátano y frijol se obtuvieron polvos con ayuda de secado y molienda; en el caso de la leche se utilizó fluida.

*Tortilla:* las muestras se mantuvieron en refrigeración dentro de una bolsa de plástico por una noche y al día siguiente se tomaron 5 piezas de cada una, se pesaron y se colocaron en charolas de aluminio a secar en la estufa de aireación para eliminar la mayor cantidad de agua posible.

*Frijol:* las muestras se colocaron en recipientes cerrados y se mantuvieron en refrigeración la noche anterior al análisis. Se tomó de cada muestra 500 g aproximadamente y se molió en licuadora para homogenizar. Posteriormente se vertió en un molde refractario extendido y se secó en estufa de aireación.

*Plátano:* se tomaron dos plátanos con cáscara en cada nivel de maduración y fuente de obtención, se pesaron, se pelaron y se pesó la pulpa. Esta última se extendió en un molde refractario con un tenedor y se introdujo a la estufa de aireación para el secado.

Las tres muestras anteriores se pulverizaron en un molino marca Thomas Wiley pasándolas por un tamiz de 1 mm y se homogenizó el tamaño de las partículas con mortero y pistilo. Las muestras en polvo se guardaron en un frasco para sus posteriores análisis.

*Leche:* se mantuvieron en refrigeración 3 de las muestras por un día: bronca, pasteurizada y de Liconsa. Las tres restantes, i.e. leche en polvo, ultrapasteurizada y fórmula láctea, se mantuvieron a temperatura ambiente. Al momento de comenzar las determinaciones se reconstituyó la leche en polvo. Las muestras se homogenizaron y se les determinó su densidad a una temperatura de entre 17 y 18 °C. Cuando las muestras no eran utilizadas se guardaban en el congelador a -10 °C dividiéndolas en varias porciones para cada análisis. Cuando se descongelaban las muestras se sacaban, se metían en agua y se homogenizaban para utilizarlas



Figura 2: Balanza granataria marca August Sauter



Figura 3: Estufa con aireación UNE Imperial III

## Humedad

El método que se empleó para esta determinación fue el dado por la AOAC 934.01 *Determinación en alimentos animales, secado al vacío*<sup>7</sup> y la norma mexicana NMX-F-083. *Alimentos. Determinación de humedad*<sup>75</sup>.

El contenido de humedad se cuantificó en dos pasos: el primero, conocido como determinación de humedad gruesa, que consiste en eliminar la mayor parte del agua contenida en los alimentos con ayuda de una estufa con aireación; y el segundo denominado humedad analítica, que es la eliminación del agua restante en una estufa de vacío. La suma de las dos cantidades determinadas fue la humedad total de las muestras.

La humedad gruesa para las muestras de tortilla, plátano y frijol consistió en pesarlas y colocarlas en refractarios para posteriormente introducir las en la estufa, como se indicó en la sección de *Preparación de muestras*. Las muestras de frijol y tortilla se dejaron en la estufa 6 horas a 70 °C, se sacaron, se dejaron enfriar y se pesaron.

Las muestras de plátano se secaron en dos fases: en la primera se extendió la pulpa en el molde refractario, a las 3 horas se pasó el residuo a una cápsula de porcelana y 10 horas después se sacaron y se pesaron; en ambos casos la temperatura fue de 50 °C. Esto debido a que si se dejaba la muestra el tiempo necesario para secarse en el mismo recipiente, se volvía difícil retirar el residuo por haberse adherido a ella.

Para el caso de la leche, se vertían 15 mL de muestra en cajas Petri, se pesaba y se secaba a 50 °C por 24 horas.

Las muestras secas fueron molidas y posteriormente secadas en la estufa de vacío en charolas de aluminio para determinar humedad analítica. Se pesó alrededor de 3 g en cada caso. Las muestras eran pesadas después de enfriarse durante 15 minutos y permanecer en un desecador para evitar cualquier hidratación y se repetía la introducción a la estufa hasta llegar a peso constante (variación del peso en la cuarta cifra decimal). Las muestras de tortilla fueron especialmente higroscópicas y fue necesario cubrirlas así como introducirlas al desecador evitando cualquier contacto con el aire, para secarlas fue necesario una temperatura de 50 °C a 14 mm Hg por 24 horas cada vez. Las muestras de frijol y plátano permanecieron 6 horas cada vez.

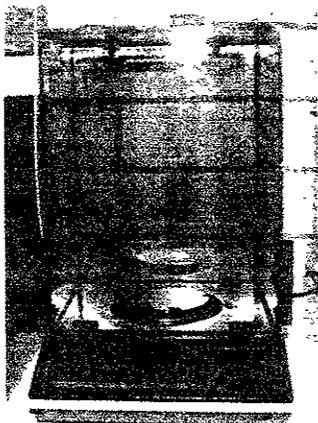


Figura 4: Balanza analítica marca Sartorius

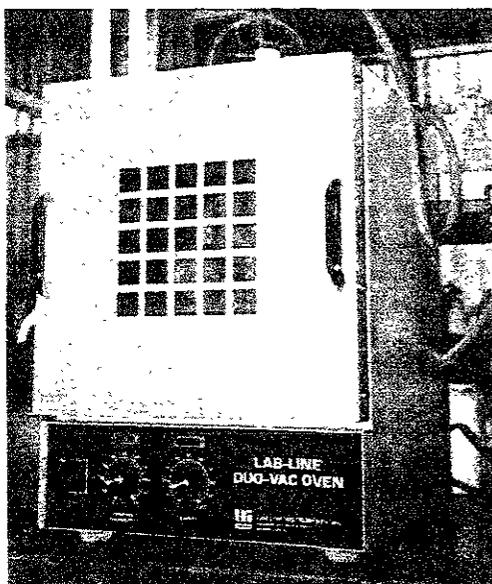


Figura 5: Estufa de vacío Lab Line

## Grasa

El método empleado para esta determinación fue el especificado en la norma mexicana NMX-F-89-S. *Alimentos. Determinación de extracto etéreo*<sup>76</sup> y el método 920.39 *Grasa o extracto etéreo en alimentos animales* de la AOAC<sup>7</sup>, conocido como Goldfish.

Por este método, a las muestras se les extrae la fracción lipídica con éter de petróleo en un sistema de reflujo, la ganancia en peso del vaso donde se recupera dicha fracción es la cantidad de grasa de la muestra, por tanto, los vasos de extracción deben estar a peso constante para iniciar la determinación. Las muestras secas de frijol, plátano y tortilla se colocaron en el aparato de extracción por 3 horas para posteriormente pesar los vasos con la fracción lipídica hasta peso constante.

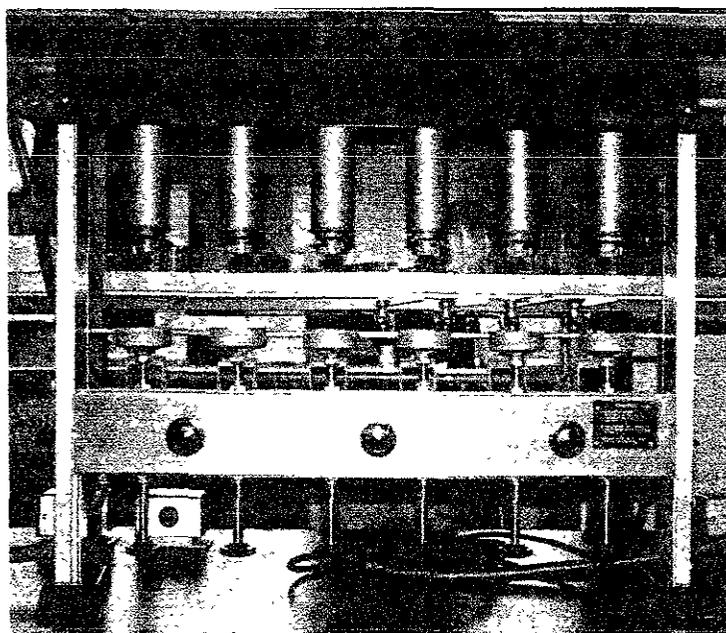


Figura 5: Aparato de extracción de grasa marca Labconco

El método empleado para la determinación de grasa en leche fue el de Gerber.

### **Método Gerber para la determinación de grasa en leche**

#### **Fundamento**

Lo que se persigue con este método es romper la emulsión aceite en agua que forma la leche. Para lograrlo se emplea el ácido sulfúrico, que provoca sulfonación y carbonización de la grasa; el alcohol isoamílico, para disminuir la tensión superficial de la grasa y así facilitar su separación; y la fuerza centrífuga, para acelerar el proceso de separación. En esta determinación se utilizan unos recipientes denominados butirómetros, que están debidamente graduados para poder cuantificar la cantidad de grasa<sup>59</sup>.

#### **Materiales y reactivos**

- Butirómetros para leche con tapones
- Centrífuga para Gerber
- Pipeta volumétrica de 10 mL
- Pipeta volumétrica de 1 mL
- Pipeta volumétrica de 11 mL para Gerber
- Trapo
- Ácido sulfúrico,  $\rho=1.82$
- Alcohol isoamílico
- Muestra de leche

## Procedimiento

- Transferir 10 mL de ácido sulfúrico al butirómetro, dos parejas.
- Adicionar con cuidado 11 mL de leche y 1 mL de alcohol isoamílico.
- Insertar el tapón y sujetar el butirómetro por el cuello con el trapo, mezclar los líquidos invirtiendo el recipiente hasta que se haya disuelto el coágulo y adquiera una tonalidad rosa.
- Centrifugar cinco minutos.
- Sacar los butirómetros y, con ayuda de la llave, leer la cantidad de grasa.



Figura 7: Centrifuga para Gerber

## Proteína

El método empleado fue el Kjeldahl, especificado en la norma NMX-F-068-S. *Alimentos. Determinación de proteína*<sup>74</sup> y el método de la AOAC 960.52 *Determinación microquímica de nitrógeno, Método Micro Kjeldahl*<sup>7</sup>.

El método consiste en calentar la muestra con ácido sulfúrico para digerirla hasta que el carbono e hidrógeno hayan sido oxidados y el nitrógeno reducido a sulfato de amonio<sup>61</sup>. El nitrógeno es después liberado con una adición de sosa concentrada en forma de amoniaco el cual se recoge en ácido bórico para formar borato de amonio y ser valorado con ácido clorhídrico. Con el contenido de nitrógeno se calcula la cantidad de proteínas, ya que se considera que las últimas contienen 16 % de nitrógeno.

Se tomaron 100 mg de muestras en polvo y 500  $\mu$ L de leche para ser digeridas y después valoradas.

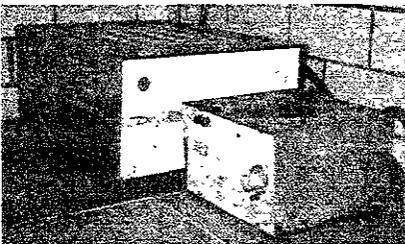


Figura 8: Aparato de destilación Kjeltec

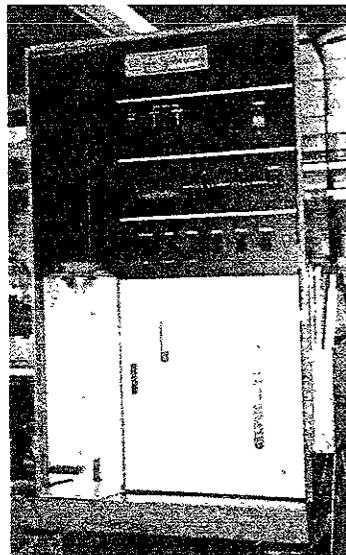


Figura 9: Digestor de muestras

## Cenizas

Las cenizas son el residuo que se obtiene de la combustión completa del alimento, i.e. la eliminación de la materia orgánica<sup>61</sup>.

El método empleado fue el de la norma NMX-F-066-S *Alimentos. Determinación de cenizas*<sup>73</sup> y de la AOAC 942.05 *Cenizas en alimentos animales*<sup>7</sup>.

De las muestras secas de tortilla, frijol y plátano, se tomaron porciones de 3, 3 y 4 g respectivamente, que fueron incineradas en crisoles. En el caso de leche se tomaron 15 g que se vaciaron directamente en el crisol, fueron secadas en estufa por 24 horas y posteriormente incineradas. Los crisoles incinerados fueron introducidos en la mufla a 550 °C durante 6 horas o hasta tener peso constante.

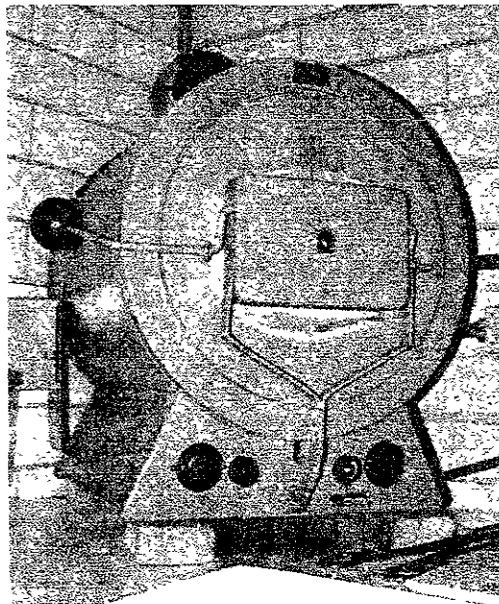


Figura 10: Mufla para incineración de muestras marca Heraew

## Fibra cruda

El método utilizado fue el de la norma NMX-F-090-S. *Alimentos. Determinación de fibra cruda*<sup>71</sup> y de la AOAC 962.09 *Determinación de fibra*<sup>7</sup>.

La fibra cruda se determina por una digestión ácida y una básica a ebullición de la muestra desengrasada y seca con silicato de aluminio. En este último se queda la fibra, así que para cuantificarla, se pesa seca, se incinera y se vuelve a pesar. La diferencia en peso es la cantidad de fibra<sup>61</sup>.

Para las muestras de tortilla, plátano y frijol se utilizó la muestra obtenida después del análisis de grasa, es decir, cuando estaba seca y desengrasada. Las muestras de leche no se analizaron por ser de origen animal y no contener fibra.

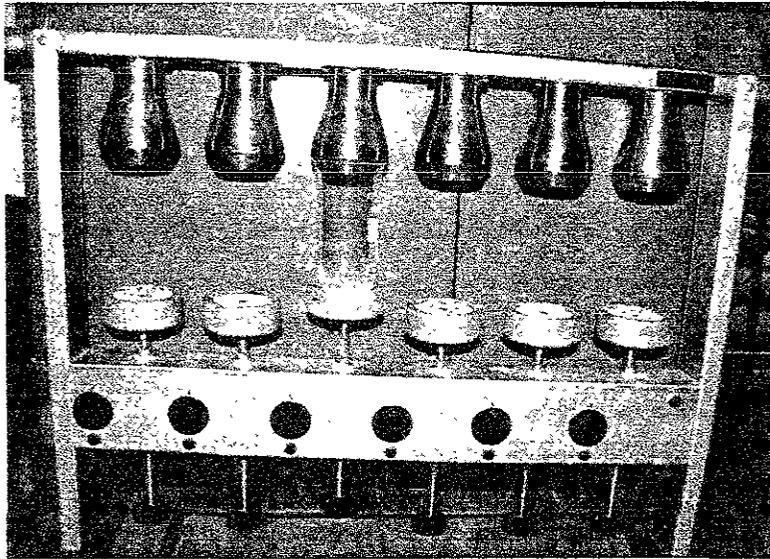


Figura 11: Aparato de digestión para determinación de fibra marca Labconco

## Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono no se analizaron directamente sino que su cantidad se determinó por la diferencia de la suma de los demás componentes del 100 % de la muestra.

## Vitamina A

Se determinó por HPLC solamente en muestras de leche por ser un método selectivo de retinol y los alimentos de origen vegetal no lo contienen.

### Fundamento

En esta prueba se saponifica la muestra, se extraen los compuestos no saponificables (entre ellos la vitamina A), se evapora el disolvente y se redisuelve en etanol para realizar la medición por HPLC.

El HPLC o cromatografía de líquidos de alta resolución es un método de análisis selectivo muy útil en la determinación de cantidades bajas de compuestos químicos (hasta el orden de nanogramos), sin embargo no es muy preciso<sup>61</sup>. Al entrar los compuestos en el sistema, en particular la columna, se separan según sus características de tamaño y polaridad para después ser cuantificados por un detector.

### Material y reactivos

- Tubos de centrifuga de vidrio con tapón esmerilado
- Gradilla
- Pipetas automáticas de 1-5 mL y 200-1000 µL
- Baño María a 60 °C para las muestras y a 45 °C para el estándar
- Baño de hielo
- Vortex
- Centrifuga
- Balanza granataria
- Espátula
- Muestra de leche
- Etanol absoluto
- Potasa (KOH) 1 g en 2 mL de agua destilada

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

- Ácido ascórbico al 0.1%
- Agua destilada
- Acetato de retinol
- Hexano

### Preparación del estándar

- 1.- Tomar una pequeña muestra de acetato de retinol (aproximadamente 0.01 g) con la espátula.
- 2.- Suspender en 1.5 mL de etanol agitando con Vortex.
- 3.- Añadir 0.75 mL de la solución de potasa.
- 4.- Agitar en Vortex y cerrar el tubo.
- 5.- Colocar en baño de agua a 45 °C una hora y agitar periódicamente.
- 6.- Después de la reacción añadir 1 mL de agua y 1.5 mL de hexano, agitar en Vortex y centrifugar a 2000 rpm 5 minutos.
- 7.- Tomar con mucho cuidado la capa de hexano y colocarla en un tubo de ensayo.
- 8.- Volver a extraer con hexano, agitar y centrifugar.
- 9.- Juntar las capas de hexano y evaporar a sequedad con corriente de nitrógeno.
- 10.- Recuperar en etanol con, aproximadamente 50 mL y medir la absorbancia de la solución en un espectrofotómetro a 325 nm.

Con la ecuación 1, ley de Lambert y Beer<sup>28</sup> calcular la concentración de la solución:

$$A = \epsilon b c$$

Ecuación 1

Donde:

A: absorbancia de la solución a 325 nm

$\epsilon$ : coeficiente de extinción molar (1835)

b: longitud de la celda (por lo común 1 cm)

c: Concentración de la solución

Si la concentración es muy alta, realizar diluciones hasta obtener una absorbancia entre 0 y

### Condiciones de inyección

- Equipo HPLC marca Waters
- Columna: C18 de 15 cm
- Fase móvil: metanol
- Velocidad de flujo: 1.5 mL/min
- Detección: 5-6 minutos
- Duración de la corrida: 10 minutos

En la figura 12 se muestra un cromatograma típico de retinol.

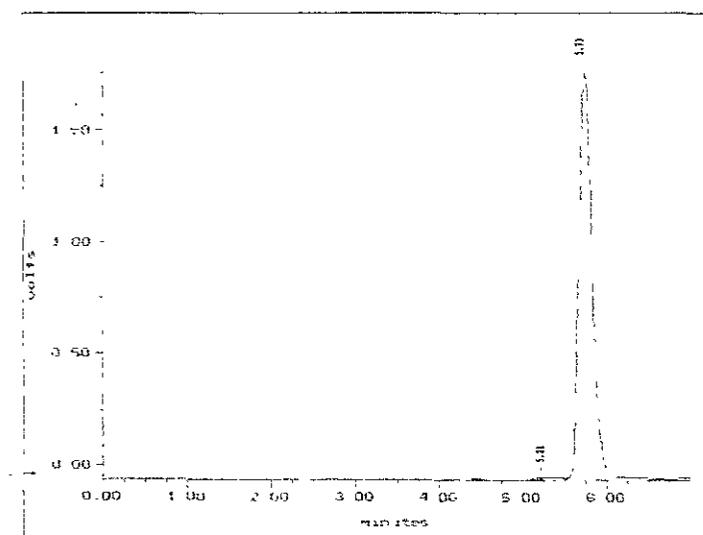
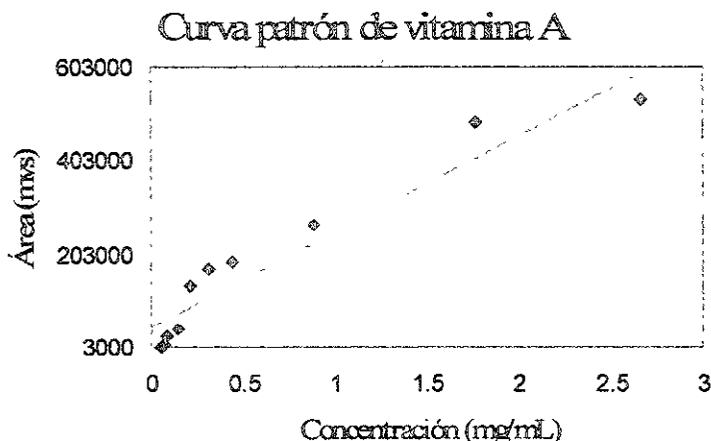


Figura 12

Con la solución madre se obtuvieron soluciones para hacer la curva patrón que se adaptara a los valores esperados de vitamina A en las muestras. En la gráfica 9 se muestra la curva patrón de retinol usada en las terminaciones.



Gráfica 9

### Preparación de las muestras

- 1.- Descongelar las muestras de leche a temperatura ambiente.
- 2.- Calentar en baño María a 37 °C por 15 minutos, con agitación ocasional.
- 3.- Dejar enfriar a 18 °C (o la temperatura a la que se haya determinado la densidad).
- 4.- Agitar vigorosamente con Vortex.
- 5.- Tomar 300 µL de leche.
- 6.- Añadir 300 µL de la solución de ácido ascórbico, 1500 µL de etanol y 450 µL de la solución de potasa y agitar.
- 7.- Colocar en baño María 30 minutos a 60 °C para saponificar.
- 8.- Enfriar en baño de hielo.
- 9.- Agregar 6 mL de agua.
- 10.- Extraer en Vortex con 1500 µL de hexano durante 90 segundos.
- 11.- Centrifugar a 2000 rpm 5 minutos.
- 12.- Separar con cuidado la capa de hexano.
- 13.- Volver a extraer, centrifugar y juntar la capa de hexano con la anterior.
- 14.- Lavar las capas de hexano con 10 mL de agua.
- 15.- Separar las capas de hexano.
- 16.- Evaporar a sequedad con corriente de nitrógeno.
- 17.- Reconstituir con 300 µL de etanol e inyectar como el estándar.

Para calcular la concentración de las muestras, las áreas obtenidas de los picos de los cromatogramas se interpolan en la curva patrón, como se muestra en la ecuación 2, y se consideran las diluciones realizadas.

$$\frac{x \mu\text{g} / \text{mL}^1 (300 \mu\text{L})^2}{300 \mu\text{L de leche}^3} [=] \mu\text{g} / \text{mL de vit. A en la muestra}$$

Ecuación 2

- 1: de la curva patrón
- 2: volumen de resuspensión
- 3: volumen de la muestra

### Precauciones importantes

- Las muestras no deben ser expuestas a la luz del sol, para evitar la oxidación. Para realizar la preparación de las muestras, se debe ocupar un cuarto oscuro o con iluminación artificial amarilla o roja.
- Si la muestra no se inyecta el mismo día de prepararla se debe cubrir bien con papel aluminio o cualquier otro material que prevenga el contacto con la luz o en un recipiente color ámbar. Se debe cerrar con ambiente de nitrógeno y congelar.
- La solución de potasa se debe preparar al momento de ser utilizada ya que se descompone rápidamente.

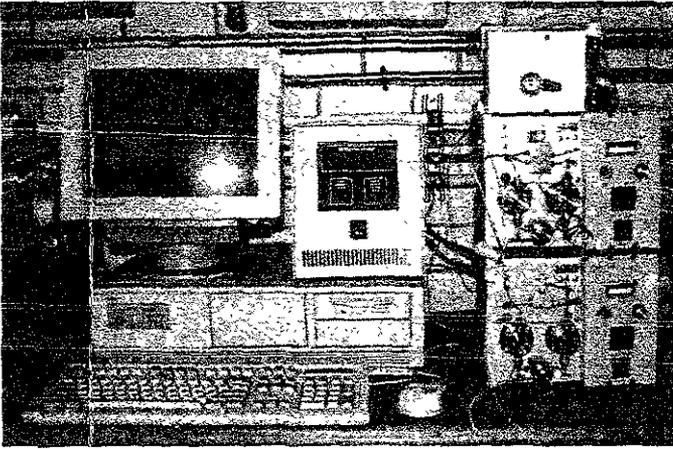


Figura 13: Equipo HPLC marca Waters

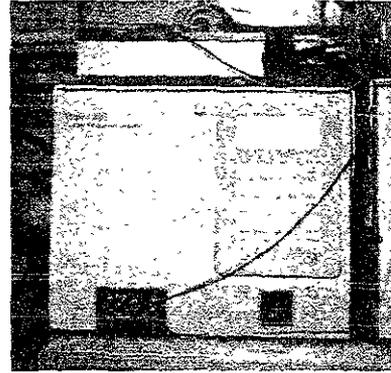


Figura 14: Detector uv marca Waters

## Minerales

El método empleado fue el de la AOAC 968.08 *Minerales en alimentos animales. Método de Espectrofotometría de absorción atómica*<sup>7</sup> y de la norma mexicana NOM-117-SSA1-1994 *Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica*<sup>86</sup>.

El método de absorción atómica se basa<sup>86</sup> en hacer pasar un haz de luz monocromática de una frecuencia tal que puede ser absorbido por el analito que se encuentra presente en forma de vapor atómico. La medida de la intensidad luminosa antes y después de su paso por el vapor atómico permite determinar el porcentaje de absorción.

**IV Recopilación de datos:** los resultados obtenidos de los análisis se agruparon, considerando como triplicado válido el conjunto de datos con un coeficiente de variación menor o igual al 5%. En caso de presentar un coeficiente mayor el análisis correspondiente se realizaba por segunda ocasión.

**V Comparación de valores entre muestras:** para evaluar las diferencias entre el contenido de cada nutrimento en las muestras se utilizaron las medias de cada triplicado en base seca para atenuar las variaciones debidas a la humedad. Los valores se representaron en gráficas y se obtuvo su coeficiente de variación. Para determinar estadísticamente si las medias de las muestras eran iguales se realizó un análisis de varianza (ANOVA) haciendo uso del software STATGRAPHICS (5.0). Para la ANOVA se tomaron las consideraciones siguientes según lo propuesto por Montgomery<sup>53</sup>:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1 = \mu_i \neq \mu_j$$

Con lo anterior se establece que si la hipótesis nula ( $H_0$ ) es cierta todos los tratamientos tienen una media común y si la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) es cierta las muestras son significativamente distintas. El rango de confianza considerado fue del 90%, i.e. una F teórica de 5.06. Así, los valores de la ANOVA que resultaron mayores al valor crítico denotaban diferencia significativa entre las muestras. En este último caso aplicó una prueba de rango múltiple (de Duncan) con la cual se obtuvieron similitudes entre las medias.

**VI Obtención del rango de valores para cada determinación:** se obtuvo en base húmeda para poder realizar la comparación con las tablas. En el caso de que las muestras tuvieran medias iguales, se calculaba la media de las 6 y se le sumaba y restaba una vez su desviación estándar. Cuando las muestras no eran iguales se obtuvo el rango con el máximo y el mínimo de cada conjunto de valores.

**VII Comparación con valores de tablas:** se compararon rangos obtenidos con los valores de tablas de composición química para conocer sus similitudes.

**VIII Comparación con recomendaciones:** con los valores por porción de cada alimento se obtuvo la cantidad de nutrimentos que aportan en conjunto según los análisis realizados y se compararon los valores con las recomendaciones (citadas en el capítulo II).

**IX Conclusiones:** se concluyó si las diferencias entre las muestras fueron considerables, la similitud entre los valores teóricos y los experimentales, los valores que se aportaron por no existir en tablas y las carencias de ciertos nutrimentos con el consumo de los 4 alimentos.

# **Tercera parte:** **Resultados**



## Capítulo X

### Resultados



Los resultados obtenidos se muestran en dos secciones:

**I Datos agrupados por alimento:** de cada alimento analizado se presenta la composición química de las 6 muestras en base húmeda y base seca. En seguida se discute cada nutrimento en tres aspectos:

a) *Comparación entre muestras:* en esta sección se muestran las medias de los triplicados de cada determinación, expresadas en *base seca*. Los valores experimentales se compararon entre sí con ayuda de una gráfica, el coeficiente de variación y el análisis de varianza. Si las medias no fueron iguales según la ANOVA, se realizó la prueba de Duncan. En una tabla se indican con un asterisco las medias que son iguales.

b) *Rango de valores:* para obtenerlo se consideraron los valores en *base húmeda*, en caso de ser las medias iguales se formó el rango con una desviación estándar más de la media de las 6 muestras y una menos. En caso de no ser iguales se tomó el máximo y el mínimo de los valores experimentales.

c) *Comparación con valores de tablas:* el intervalo obtenido en base húmeda se comparó con los valores teóricos para establecer sus diferencias. Las fuentes de comparación fueron las tablas del INNSZ 2000<sup>34</sup> y 1992<sup>36</sup>, del INCAP<sup>37</sup>, las dadas por Whitney<sup>103</sup> y otros autores según el alimento.

Después de analizar los resultados de los cuatro alimentos, se resume su composición química con los rangos obtenidos.

**II Aportes nutrimentales con valores de porciones:** con las cantidades de cada alimento por porción, se estableció el grado en que se cubren las recomendaciones de proteína, hierro, calcio, zinc y vitamina A.

# I Resultados por nutrimento

## Muestras de tortillas

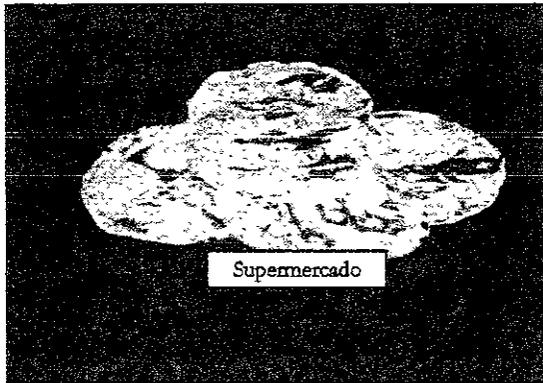


Figura 15: Muestra 1

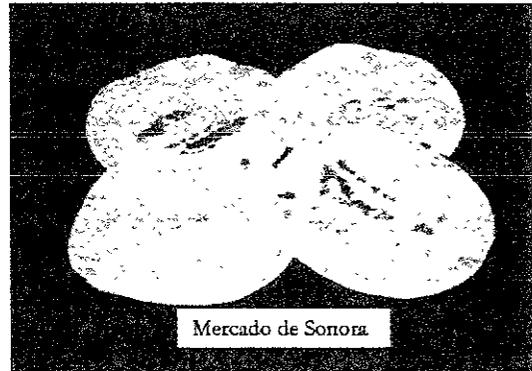


Figura 16: Muestra 2

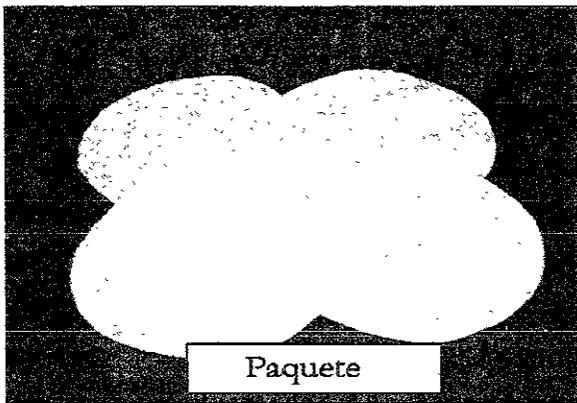


Figura 17: Muestra 3

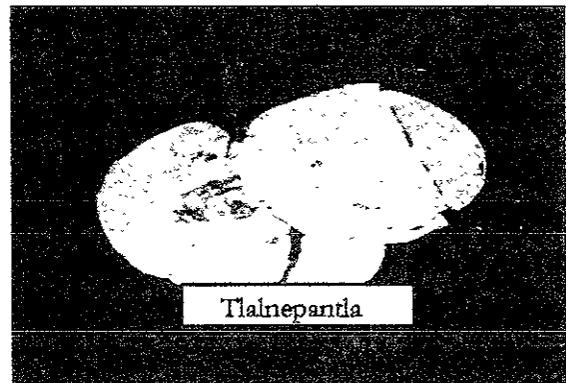


Figura 18: Muestra 4

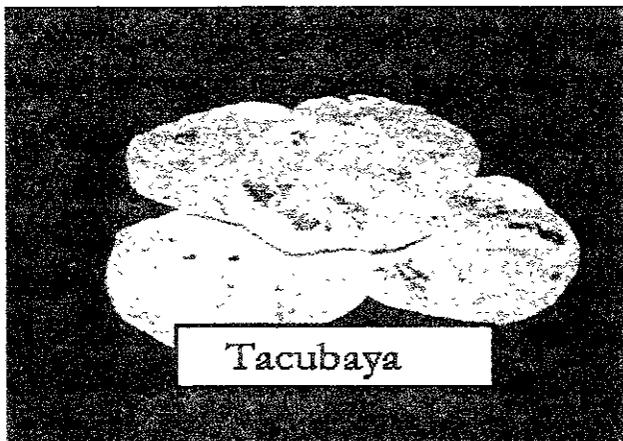


Figura 19: Muestra 5

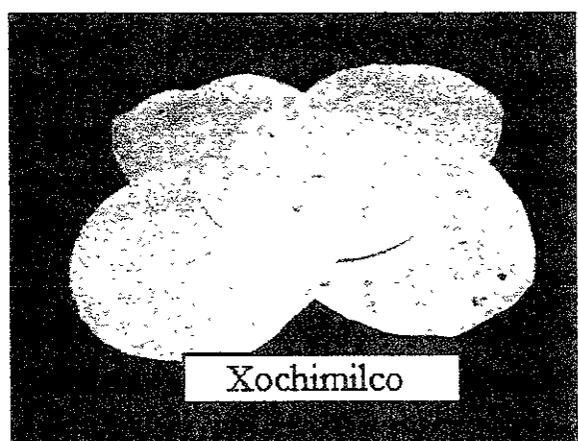


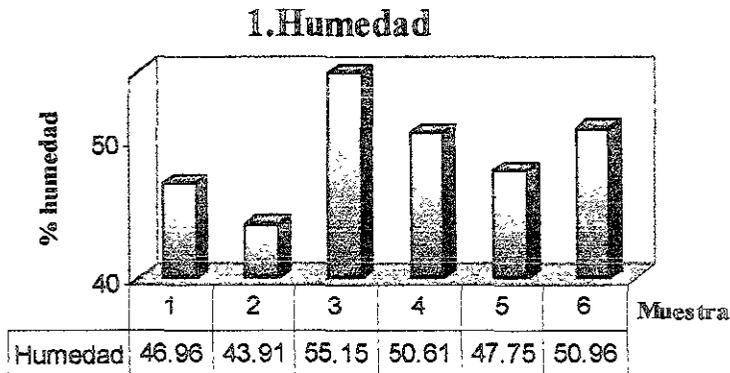
Figura 20: Muestra 6

**Tabla 9: Resultados de tortilla en base seca (g/100g)**

	1	2	3	4	5	6
	Supermercado	Mercado	Paquete	Tlalnepantla	Tacubaya	Xochimilco
Grasa	0.53	0.84	0.47	0.67	0.54	0.68
Fibra	1.43	2.02	1.97	2.09	2.09	2.13
Cenizas	1.54	1.62	2.67	2	1.18	1.7
Proteína	10.91	10.85	10.41	10.65	10.37	11
Hidratos de carbono	85.6	84.66	84.48	84.59	85.82	84.5
Hierro (mg)	11.17	3.88	7.94	7.81	7.96	3.97
Zinc (mg)	6.95	3.12	5.04	4.11	5.74	4.18
Calcio (mg)	163.97	193.33	251.17	374.12	278.94	321.26

**Tabla 10: Resultados de tortilla en base húmeda (g/100g)**

	1	2	3	4	5	6
	Supermercado	Mercado	Paquete	Tlalnepantla	Tacubaya	Xochimilco
Humedad	46.96	43.91	55.15	50.61	47.75	50.96
Grasa	0.28	0.47	0.21	0.33	0.28	0.33
Fibra	0.76	1.13	0.88	1.03	1.09	1.04
Cenizas	0.82	0.91	1.2	0.99	0.62	0.83
Proteína	5.79	6.09	4.67	5.26	5.42	5.39
Hidratos de carbono	45.4	47.49	37.89	41.78	44.84	41.44
Hierro (mg)	5.92	2.18	3.56	3.86	4.16	1.95
Zinc (mg)	3.69	1.75	2.26	2.03	3	2.05
Calcio (mg)	86.97	108.44	112.65	184.78	145.75	157.55



Gráfica 10

### 1. a. Comparación entre muestras

La humedad en las muestras de tortilla tiene un coeficiente de variación del 7.9 %. El valor no es considerable y es de esperarse ya que este alimento tiene un proceso de elaboración muy semejante. Las diferencias se deben a que la humedad se pierde en distinta proporción según las condiciones de almacenamiento, por lo cual, se esperaba que aquellas que estuvieran más resguardadas del medio ambiente perderían menos agua, caso que se confirma ya que las tortillas empacadas (muestra 3) tienen la máxima humedad y por el contrario, las que se cubrieron sólo con una hoja de papel (muestra 2) tienen la mínima.

Dadas las variaciones entre el contenido de humedad entre las 6 muestras, con los resultados del análisis de varianza se obtuvo una F calculada de 290.968, valor muy alejado del teórico (5.06) por lo que se rechaza  $H_0$  i.e. las medias de las muestras no son iguales. El valor elevado de F indica que las diferencias entre las muestras son altas. Con la prueba de Duncan (tabla 11) se distinguieron sólo dos medias iguales, de las muestras 4 y 6 (de Tlalnepantla y Xochimilco).

Muestra	Media	Medias iguales				
2	43.9071	*				
1	46.9594		*			
5	47.7466			*		
4	50.6058				*	
6	50.9622				*	
3	55.1493					*

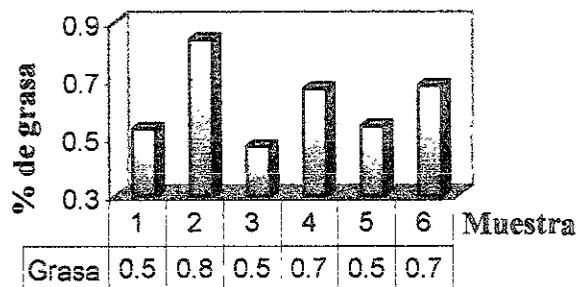
Tabla 11

1. b. Rango de valores en base húmeda: con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, se obtiene 43.91-55.15%.

### 1. c. Comparación con tablas

En las tablas del INNSZ del 2000 el valor mínimo de humedad de tortilla es de 27.1% el cual es muy bajo, el siguiente valor llega hasta 41.9%, que resulta más congruente y el máximo es de 48.8%. Las cifras de otras fuentes se mantiene cerca de 47%: 42.4-47.5% (INN92) y 47.82% (INCAP) y el valor dado por Whitney es más bajo: 44%. En comparación con los valores experimentales, el rango obtenido del INNSZ es ligeramente menor, lo cual indicaría un mayor contenido del resto de los nutrimentos por menor dilución de los mismos.

## 2. Grasa



Gráfica 11

### 2. a. Comparación entre muestras

Los valores de grasa en las muestras de tortilla se mantienen cercanos entre sí, sin embargo presentan un coeficiente de variación del 21.76%. El valor mínimo es el de la muestra de tortillas empacadas (muestra 3), situación que resulta favorable ya que para el almacenamiento prolongado es preferible contar con una cantidad de grasa menor para evitar rancidez, problema que afecta la calidad sensorial del producto. El valor máximo fue para la muestra de mercado (muestra 2). Las variaciones en el contenido de grasa pueden deberse a la variedad del maíz con cual se elaboraron las tortillas o la harina, ya que en el proceso no se añade grasa ni se altera esta fracción durante la nixtamalización.

Al notar bajas diferencias entre las muestras la posibilidad de que puedan ser iguales sus medias es mayor, pero con el análisis de varianza se ve que no es así. Sin embargo, la F calculada (14.526) no fue mucho mayor que la teórica (5.06), así que algunas parejas podían ser iguales. Con la prueba de Duncan (tabla 12) se ve que efectivamente algunas de las medias fueron iguales. Los valores obtenidos valores son bajos si se considera que la norma de harina de maíz nixtamalizado<sup>72</sup> establece que se debe tener un mínimo de 3.56% de grasa (en base seca) en este producto. Las muestras se encuentran muy por debajo quedando lejos de la disposición de la norma.

Muestra	Media	Medias iguales		
3	0.4708	*		
1	0.5284	*		
5	0.5358	*		
4	0.6652		*	
6	0.6802		*	
2	0.84			*

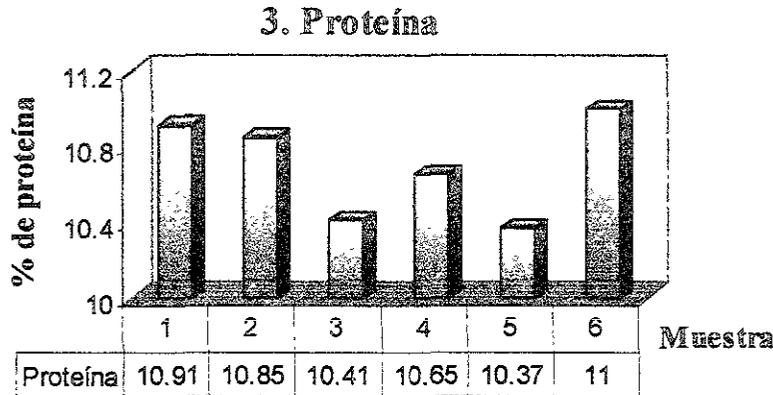
Tabla 12

2. b. Rango de valores: con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, se obtiene 0.21-0.47%.

### 2. c. Comparación con tablas

En los valores de las tablas (INN2000) el mínimo se encuentra en 0.41%, el siguiente valor es 0.90%, el grueso de las muestras se encuentra alrededor de 1% y hay un máximo en 2.40%. Casi todos esos valores se encuentran por debajo de 3.56% si se convierten a base seca, no estando de acuerdo con la norma. Los valores de otras tablas son de 1.8% (INN92), 1.6% (INCAP) y 3.33% según Whitney que es un valor mucho más elevado y acorde con el mínimo requerido en la norma. En la etiqueta nutrimental de las tortillas empacadas se reporta un contenido de 0.82%, casi el doble de lo obtenido con el análisis químico. Los resultados experimentales fueron considerablemente menores (0.21-0.47%) a los reportados en las tablas de las diversas fuentes. Estas diferencias pueden ser debidas a cuestiones del análisis, pero las muestras fueron colocadas en el aparato de extracción por tiempo suficiente para extraer la grasa.

Otra causa puede ser que las tortillas fueran elaboradas con maíz sin germen, situación que se da en México debido a que del grano se obtiene aceite y la industria lo lleva a cabo para hacer más rentable la comercialización del maíz.



Gráfica 12

### 3. a. Comparación entre muestras

El contenido de proteína fue muy similar en las 6 muestras, su coeficiente de variación fue de 2.5%. El máximo se tuvo en las tortillas hechas a mano (muestra 6), lo cual era de esperarse porque con el método tradicional no hay pérdidas proteínicas. El valor mínimo fue para las tortillas de Tacubaya (muestra 5).

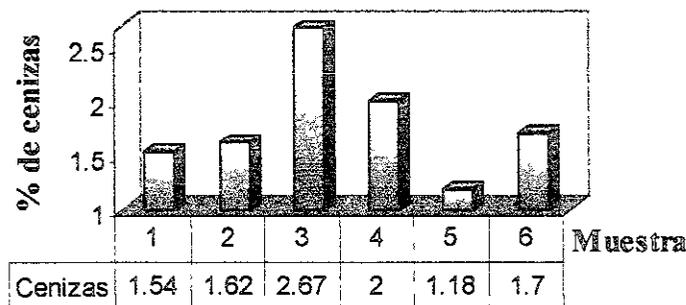
Dada la cercanía de los valores, el análisis de varianza mostró que las medias se pueden considerar iguales, ya que la F calculada fue de 0.995, por debajo de 5.06. Con estos resultados se ve que la cantidad de proteínas de maíz no se ve altamente influenciada por la procedencia del grano.

3. b. Rango de valores: con la media de las 6 muestras y la desviación estándar se obtuvo  $5.45 \pm 0.54$

### 3. c. Comparación con tablas

El valor obtenido de contenido de proteínas está de acuerdo a la norma, que especifica un mínimo de 7.2%(en base seca). En base húmeda, los valores de tablas (INN2000) van de 4.50 a 6%, intervalo cercano a 4.91-5.99% de los resultados experimentales, siendo el primer rango ligeramente más amplio. El contenido reportado en la etiqueta de las tortillas empacadas fue de 4.3% acorde con los resultados experimentales. El resto de los valores teóricos en dos casos se mantienen cercanos, 4.6% (INN92) y 5.6% (INCAP) mientras que en otro se aleja, 6.67% (Whitney).

### 4. Cenizas



Gráfica 13

### 4. a. Comparación entre muestras

La cantidad de cenizas en las muestras varió 28.46%, cifra elevada, sin embargo los valores se mantienen cercanos. El mínimo fue para las tortillas de Tacubaya (muestra 5) y el máximo para las tortillas empacadas (muestra 3). El contenido de cenizas entre las muestras tiene que ver con el proceso de elaboración ya que se usa cal en el cocimiento del maíz y las cantidades añadidas pueden variar lo que provoca que el contenido de minerales tenga variaciones entre tortillas de distintas fuentes.

Gracias a las variaciones entre las muestras, el análisis de varianza denotó una diferencia entre las medias. La F calculada, 9.402 no fue lejana a la teórica (5.06) por lo que se esperaba que hubiera pares de muestras iguales. La prueba de Duncan (tabla 13) mostró que efectivamente se encuentran medias iguales en dos grupos y hay una muy elevada que no tiene similitud con ninguna.

En la norma<sup>72</sup> se establece que el contenido máximo de cenizas permitido es de 1.34% valor inferior a todos los resultados obtenidos.

Muestra	Media	Medias iguales		
5	1.1817	*		
1	1.5358	*	*	
2	1.6208	*	*	
6	1.7	*	*	
4	2.0008		*	
3	2.6729			*

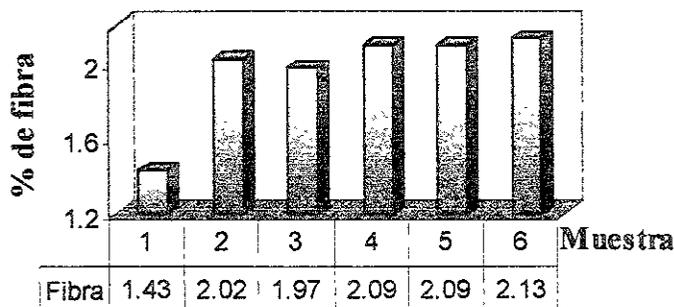
Tabla 13

4. b. Rango de valores: con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, se obtiene 0.62- 1.2 %.

4. c. Comparación con tablas

Sólo en dos de las fuentes se reporta el contenido de cenizas de tortilla: de 0.7 a 1.1% (INN2000) y 0.8% (INCAP). Los resultados experimentales (0.62 a 1.2%), el rango es muy cercano al de tablas.

5. Fibra



Gráfica 14

5. a. Comparación entre muestras

El contenido de fibra entre las 6 muestras es semejante, con una variación de 13.48%. El valor mínimo se encuentra en las tortillas de supermercado (muestra 1) con 1.43% y el máximo para las tortillas de Xochimilco (muestra 6) con 2.13%; 5 de los valores se mantienen cercanos a 2%.

La variación entre estos valores se debe a la mayor o menor pérdida de pericarpio en el lavado del grano después de la nixtamalización<sup>91</sup>. Era de esperarse que las tortillas hechas con nixtamal casero tuvieran una mayor cantidad de fibra por perder menos cascarrilla el grano al ser lavado aplicando una menor fuerza que aquel grano con el se obtiene la harina a escala industrial empleando maquinarias, harina que emplean la mayoría de las tortillerías.

No obstante que las medias de las muestras se encuentran muy cercanas, no se pueden considerar iguales por lo que arrojó el análisis de varianza, ya que la F calculada es de 9.167, no obstante es baja, por lo que se esperaba que algunas de las muestras resulten iguales. Efectivamente, 5 de las 6 muestras resultaron tener medias semejantes según la prueba de Duncan (tabla 14) y todas ellas se encuentran por encima el límite permitido de fibra en la norma<sup>72</sup> que establece un máximo de 1.78%. Sólo una media quedó fuera del conjunto y si está de acuerdo con la especificación.

Muestra	Media	Medias iguales	
1	1.4267	*	
3	1.9667		*
2	2.0233		*
5	2.0867		*
4	2.0933		*
6	2.1267		*

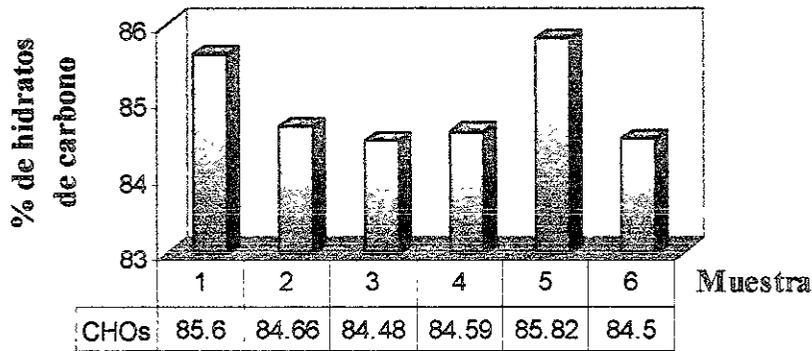
Tabla 14

**5. b. Rango de valores:** con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, se obtiene **0.76-1.13%**.

### 5. c. Comparación con tablas

Los valores reportados en las tablas (INN2000) van de 0.47 a 2.09%, en las de 1992, 2.6% y las de Whitney 6.67%. Este último valor es elevado, si se considera que la fibra se pierde casi en su totalidad y en el grano crudo la fibra es de alrededor del 2%. Los valores experimentales, i.e. de 0.76 a 1.13% se encuentran, en comparación, ligeramente por debajo de los teóricos y por encima de los especificados en la legislación.

## 6. Hidratos de carbono



Gráfica 15

## 6. a. Comparación entre muestras

El contenido de carbohidratos en las muestras sufrió una variación muy pequeña, de 0.71%. Dado que los nutrimentos grasa, cenizas, proteína y fibra se encuentran en una baja proporción, el contenido de carbohidratos es el que predomina ya que se obtiene por diferencia. Las variaciones se pueden deber a los cambios en el contenido de otros componentes. Por ejemplo, el valor mínimo de carbohidratos fue para las tortillas empacadas (muestra 3), las cuales tenían el mayor contenido de humedad y el resto de los componentes similares. El máximo fue para las muestras de Tacubaya (muestra 5) pero sus demás componentes son similares al resto, no siendo ninguno máximo ni mínimo.

A pesar de la cercanía de los valores entre las muestras, en el análisis de varianza se mostró que las medias no se pueden considerar iguales. La F calculada fue de 20.129, no lejos de la teórica (5.06), lo que hace pensar en pares de medias iguales. Con ayuda de la prueba de Duncan (tabla 15) se vio que se tienen dos grupos con medias iguales.

Muestra	Media	Muestras iguales	
3	84.4763	*	
6	84.4968	*	
4	84.594	*	
2	84.6625	*	
1	85.6024		*
5	85.8225		*

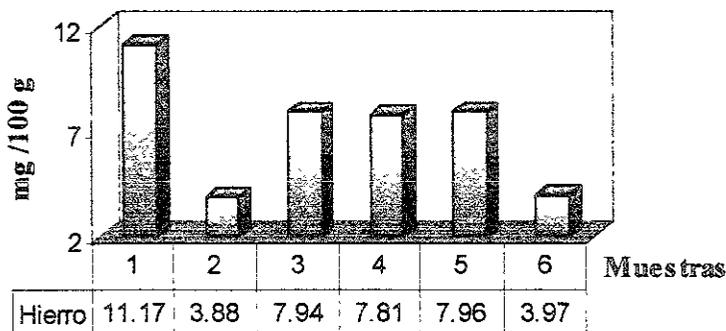
Tabla 15

6. b. Rango de valores: con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, se obtiene 37.89-47.49%.

### 6. c. Comparación con tablas

El rango de valores de carbohidratos en las tablas 2000 va de 41.52 a 64.53%, variación muy alta (23%). El valor máximo se encuentra alejado del resto y el que le sigue es de 48.1%, lo que da un intervalo más aceptable. En el resto de las fuentes se muestran valores que son intermedios y cercanos a 45%: 45.3% (INN92), 44.45% (INCAP) y 46.67% (Whitney). Los valores experimentales, 37.89% a 47.49%, en comparación con las tablas el mínimo baja 4% haciendo más amplio el rango. Las tortillas empacadas reportan 41.07%, del análisis se obtuvo 37.89%, 4% menor, pero dentro del rango obtenido experimentalmente.

## 7. Hierro



Gráfica 16

### 7. a. Comparación entre muestras

La variación en el contenido de hierro es elevada, 39.05% con una diferencia de 2.87 mg. El valor más bajo es de la muestra de mercado (muestra 2) y el máximo de las tortillas de supermercado (muestra 1). Estas diferencias pueden deberse a pérdida del mineral durante el remojo del grano y cocción, que resulta de la ruptura del mismo y la liberación de su contenido al nejayote. Los valores tienden a irse cerca de 4 mg (muestra 2 y 6), alrededor de 8 (muestras 3, 4 y 5) y uno en 11 (muestra 1), con esto se ve una pérdida elevada, moderada y baja respectivamente.

La variación antes mencionada sugiere que las medias de las muestras no serían iguales, lo que se comprobó con el análisis de varianza , en la que la F calculada fue 36.949, arriba de 7 veces mayor que la teórica (5.06). Las medias de las muestras se agruparon en los tres segmentos antes mencionados con la prueba de Duncan (tabla 16).

Muestra	Media	Medias iguales		
2	3.8816	*		
6	3.9713	*		
4	7.811		*	
3	7.9444		*	
5	7.9646		*	
1	11.1694			*

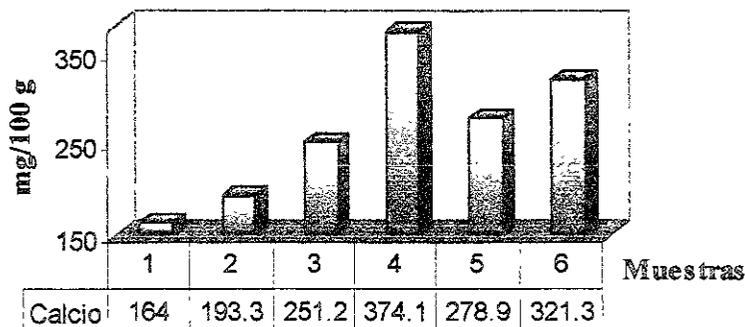
Tabla 16

**7. b. Rango de valores:** con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, se obtiene 1.95-5.92 mg

**7. c. Comparación con tablas**

Las tablas reportan valores de hierro en tortilla de 1.40 a 3.87 mg (INN2000), 2.6 mg (INN92) y 1.4 mg (Whitney), cifras que coinciden entre sí. En el grano los valores son de 1.6 a 2.8 mg, superiores a la mayoría de los anteriores corroborando la pérdida del mineral durante el procesamiento. Los valores experimentales se situaron entre 1.95-5.92 mg comparación con los teóricos el máximo se encuentra 1.5 veces por encima del máximo teórico de tortilla y 2.2 veces del de grano, lo cual indicaría una variedad con alto contenido o pérdidas muy bajas.

**8. Calcio de tortilla**



Gráfica 17

### 8. a. Comparación entre muestras

Los valores de contenido de calcio son elevados y entre sí varían hasta el doble, su coeficiente de variación fue de 29.75%. El valor mínimo fue de las tortillas de supermercado (muestra 1) y el máximo de las tortillas de Tacubaya (muestra 4). Estas variaciones se deben a las cantidades añadidas de cal al grano para su cocción, que son definidas por los encargados de la producción.

Las cantidades difieren entre sí lo suficiente para no considerar las medias iguales. La F calculada es 11.841, próxima a la teórica (5.06) por lo que se podrían tener medias semejantes. Las medias se consideraron iguales en cuatro casos, según los resultados de la prueba de Duncan (tabla 17).

Muestra	Media	Medias iguales			
1	163.9735	*			
2	193.3304	*			
3	251.171	*	*		
5	278.9392		*	*	
6	321.26		*	*	
4	374.12			*	*

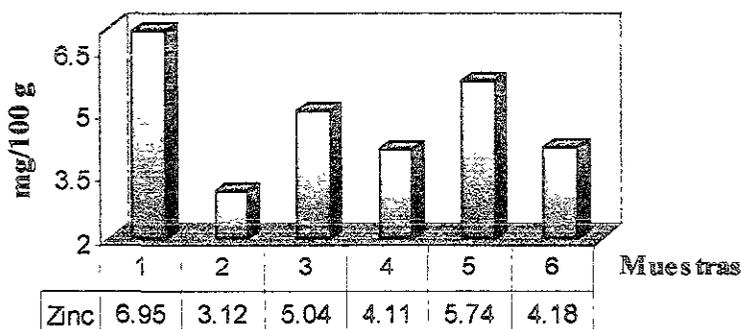
Tabla 17

8. b. Rango de valores: con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, se obtiene 86.97-184.78%

### 8. c. Comparación con tablas

Los valores teóricos de calcio son : 196 mg (INN92), 92-360 mg (INN2000), 158 mg (INCAP) y 173.33 mg (Whitney). Estos valores son elevados debido a la adición de calcio durante el proceso de nixtamalización, ya que el grano contiene de 8 a 10 mg de este mineral. El rango arriba mostrado (86.97 a 184.78mg) contiene los valores teóricos, con excepción del máximo elevado de (INN2000), i.e. 360 mg.

## 9. Zinc de tortilla



Gráfica 18

## 9. a. Comparación entre muestras

El contenido de zinc en las distintas muestras no se mantiene cercano, con una diferencia de 3.83 mg entre muestras, el coeficiente de variación fue de 27.97%. El valor menor fue para las tortillas de mercado (muestra 2) con 3.12 mg, y el mayor para las tortillas de supermercado (muestra 1) con 6.95 mg.

Las medias de las muestras no se pudieron considerar iguales. La F calculada fue 20.789, la cual se aleja de la teórica (5.06) por lo que las medias iguales fueron pocas. Como lo muestra la prueba de Duncan (tabla 18) solamente tres de las muestras tuvieron medias iguales.

Muestra	Media	Medias iguales			
2	3.12	*			
4	4.11		*		
6	4.18		*		
3	5.04		*		
5	5.74			*	
1	6.95				*

Tabla 18

9. b. Rango de valores: con los valores máximo y mínimo de la tabla 10, 1.75-3.69 mg.

## 9. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas 0.7-1.40 mg (INN2000) y 0.93 mg (Whitney) en ambos casos las cifras se mantienen cerca de 1 mg. Los resultados experimentales fueron 1.75-3.69 mg y se encuentran por encima de los teóricos.

## Muestras de frijoles

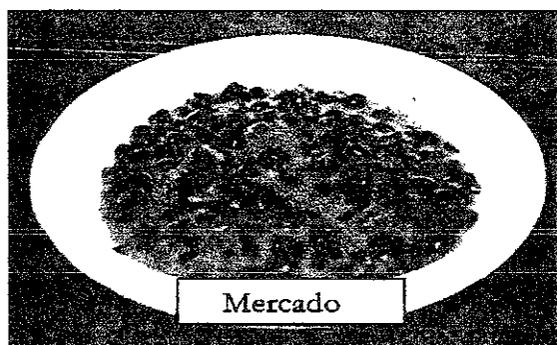


Figura 21: Muestra 1



Figura 22: Muestra 2 (Frijoles enlatados)

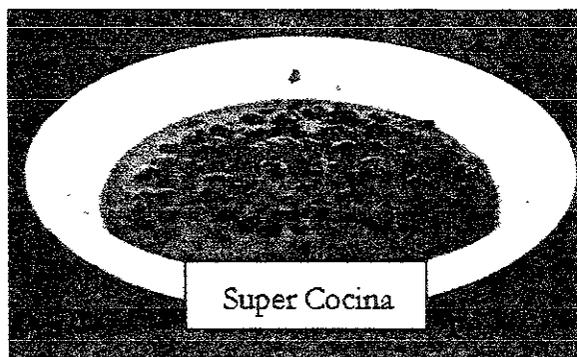


Figura 23: Muestra 3

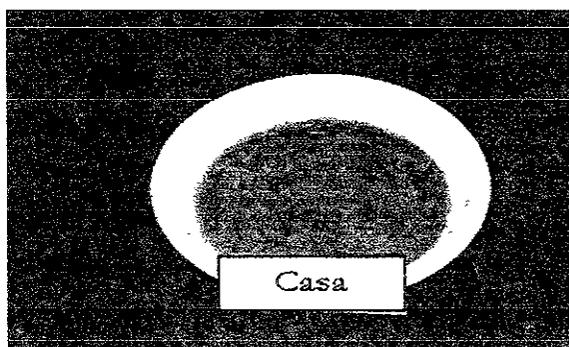


Figura 24: Muestra 4

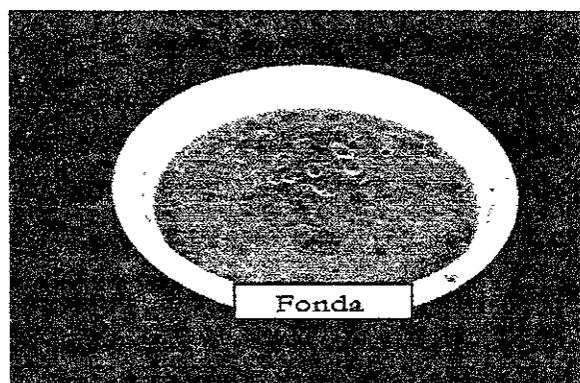


Figura 25: Muestra 5

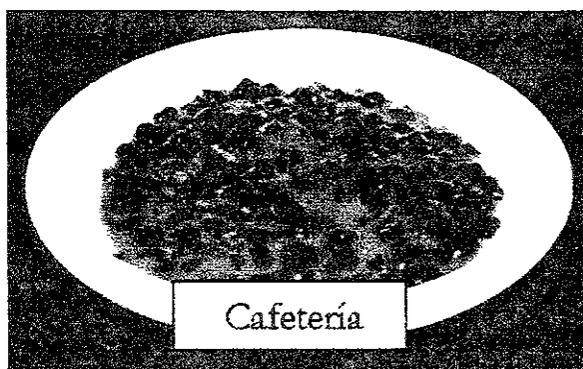


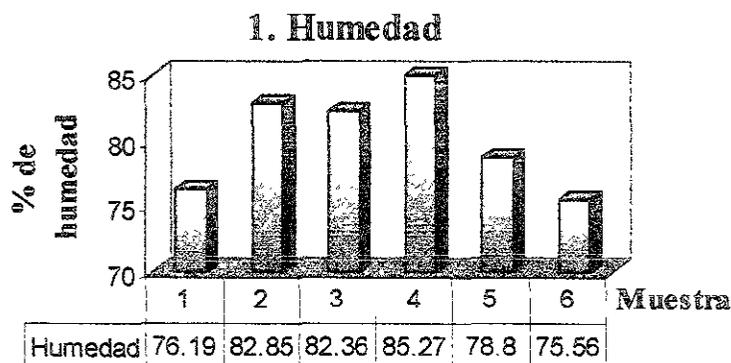
Figura 26: Muestra 6

**Tabla 19: Resultados de frijol en base seca (g/100g)**

	1	2	3	4	5	6
	Mercado	Lata	Supermercado	Casa	Fonda	Restaurante
Grasa	3.18	4.57	1.67	2.18	1.41	8.52
Fibra	6.39	5.34	8.52	6.63	5.99	6.79
Cenizas	6.1	7.97	5.43	7.45	9	5.83
Proteína	22.22	23.18	27.19	25.47	27.4	23.69
Hidratos de carbono	62.11	58.94	57.19	58.27	56.2	55.17
Hierro (mg)	9.73	8.43	7.2	8.79	9.86	8.79
Zinc (mg)	4.53	3.57	3.1	3.85	3.64	2.79
Calcio (mg)	156.29	203.65	143.5	200.92	159.06	171.62

**Tabla 20: Resultados de frijol en base húmeda (g/100g)**

	1	2	3	4	5	6
	Mercado	Lata	Supermercado	Casa	Fonda	Restaurante
Humedad	76.19	82.85	82.36	85.27	78.8	75.56
Grasa	0.76	0.78	0.29	0.32	0.3	2.08
Fibra	1.52	0.92	1.5	0.98	1.27	1.66
Cenizas	1.45	1.37	0.96	1.1	1.91	1.42
Proteína	5.29	3.98	4.8	3.75	5.81	5.79
Hidratos de carbono	14.79	10.11	10.09	8.58	11.91	13.48
Hierro (mg)	2.32	1.45	1.27	1.29	2.09	2.15
Zinc (mg)	1.08	0.61	0.55	0.57	0.77	0.68
Calcio (mg)	37.21	34.93	25.31	29.6	33.72	41.94



Gráfica 19

### 1. a. Comparación entre muestras

La humedad de las muestras de frijol se encontró desde 75.56% la muestra de cafetería (muestra 6) hasta 85.27% de la muestra de casa (muestra 4). El coeficiente de variación de las muestras fue de 4.89%, valor que no es elevado considerando que la cantidad de caldo es un factor que se ve influenciado por la cantidad arbitraria que la persona que elabora el alimento añade en su preparación. Las condiciones de almacenamiento no influyeron en la cantidad de agua de las muestras ya que en todos los casos se mantuvieron las muestras en recipientes cerrados después de su preparación y se abrieron sólo hasta el momento de realizar el análisis.

Las medias de los valores de humedad no se consideraron iguales, por los resultados de ANOVA, en que la F calculada fue de 999.99, muy alejada de la teórica (5.06). Esta condición era de esperarse porque las medias se encuentran disparadas entre sí. Según la prueba de Duncan (tabla 21) ninguna de las muestras fue igual a otra.

Muestra	Media	Medias iguales					
6	75.558	*					
1	76.1868		*				
5	78.8345			*			
3	82.3626				*		
2	82.8464					*	
4	85.27						*

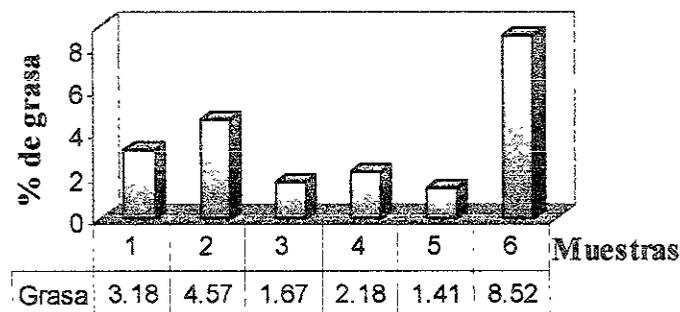
Tabla 21

1. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo **75.56-85.27%**.

### 1. c. Comparación con tablas

Los valores de las tablas son de 69.57% (INN2000) y 66% (Whitney), ambos valores cercanos entre sí (con una diferencia de menos del 4%). Los valores experimentales resultaron mayores que los dos teóricos con que se cuenta (75.56-85.27%). Es importante conocer que la cantidad de agua presente en este alimento puede alcanzar valores de hasta 85% ya que el resto de los nutrimentos se diluye.

### 2. Grasa



Gráfica 20

### 2. a. Comparación entre muestras

El contenido de grasa en las muestras de frijol tiene valores desde 1.41% en la muestra de Fonda (muestra 4) cantidad que tienen aproximadamente los frijoles crudos<sup>34</sup>, hasta 8.52% en la muestra de cafetería (muestra 6). Es esta última muestra se dispara ya que el resto tienen un contenido de grasa de entre 1.41% y 4.57%, una diferencia de apenas 3%. La alta variación entre las muestras se debe, al igual que el contenido de humedad, a la cantidad de aceite o grasa añadida a los frijoles con la preparación. No existe un estándar de preparación de esta leguminosa por lo que las variaciones son altas, el coeficiente de variación es de 74.63%.

Debido a que las diferencias son elevadas, las medias no se pueden considerar iguales, como lo indica la ANOVA: la F calculada (132.178) dista mucho de la teórica (5.06), por lo que las semejanzas entre muestras fueron pocas. En la prueba de Duncan se mostró que hubo solamente dos parejas de muestras con medias iguales (tabla 22).

Muestra	Media	Medias iguales				
5	1.4072	*				
3	1.666	*	*			
4	2.1821		*			
1	3.1764			*		
2	4.5692				*	
6	8.5242					*

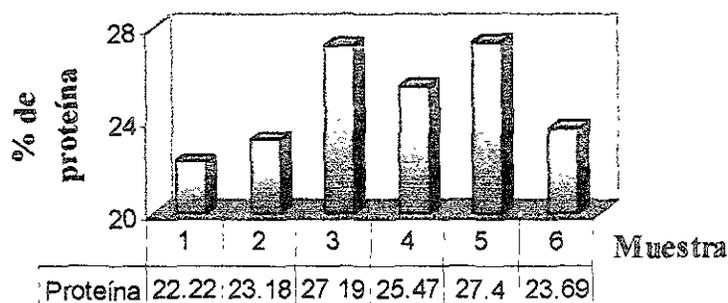
Tabla 22

2. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo 0.29-2.08%.

### 2. c. Comparación con tablas

Aunque el contenido de grasa en base seca es elevado por la cantidad de agua presente en la muestra, los valores se ven disminuidos en base húmeda (0.29 a 2.08%). El contenido de grasa expresado por las tablas es de 7.84% para INN2000 y 1.16% para Whitney. En el primer caso es excesiva la adición de grasa, 25.76% en base seca, en el segundo caso es baja o nula. El primer valor está muy por encima de los resultados experimentales y el segundo dentro del rango obtenido.

### 3. Proteína



Gráfica 21

### 3. a. Comparación entre muestras

El contenido de proteína obtenido va desde 22.22% en la muestra de mercado (muestra 1) hasta 27.19% en la muestra de Super Cocina (muestra 3). El coeficiente de variación es de 8.71%, valor que no es elevado porque aunque la proteína es un nutrimento que no se altera en cantidad con la preparación de los frijoles, al no conocerse la variedad a la que pertenecen, no se espera que los valores de proteína estén más cercanos unos de otros.

Las diferencias entre los valores de las muestras provocaron que sus medias no fueran iguales; en la ANOVA correspondiente la F calculada es 62.993, valor elevado por lo que se esperaban pocas similitudes entre las medias. Con la prueba de Duncan (tabla 23) se obtuvieron dos parejas iguales de medias iguales.

Muestra	Media	Medias iguales			
1	22.2233	*			
2	23.1833		*		
6	23.6933		*		
4	25.47			*	
3	27.19				*
5	27.4033				*

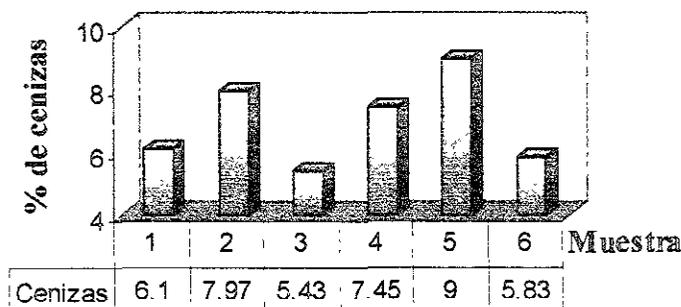
Tabla 23

3. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo 3.75-5.81%.

3. c. Comparación con tablas

Los valores reportados en tablas son de 5.17% (INN2000) y 9.3% (Whitney). El primer valor queda dentro del rango obtenido experimentalmente (3.75-5.81%), mientras que el segundo valor es casi el doble.

4. Cenizas



Gráfica 22

4. a. Comparación entre muestras

El contenido de cenizas tiene una variación del 20.08%, los valores obtenidos van desde 5.43% en la muestra de Super Cocina (muestra 6) hasta 9% en la muestra de fonda (muestra 5).

Estas diferencias se deben a la preparación del alimento, ya que se añaden distintas cantidades de sal que alteran el contenido de cenizas. Además, en algunos casos los frijoles se remojan antes de ser cocidos y el agua se tira para reemplazarla, caso en el que se podría perder sales, aunque en el caso de los frijoles de casa (muestra 4) en que sí se sabe que se cambió el agua, el contenido es elevado.

La ANOVA muestra que las medias no se pueden considerar iguales por estar alejadas entre sí la F calculada (135.974) y la teórica (5.06). Con la prueba de Duncan (tabla 24) se vio que sólo dos medias fueron iguales. Lo anterior nos indica que la adición de sal a los frijoles es un factor que sufre altas variaciones según la fuente de obtención.

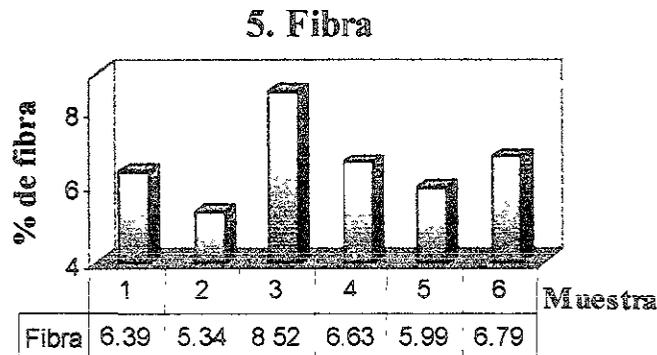
Muestra	Media	Medias iguales				
3	5.429	*				
6	5.8257		*			
1	6.1038		*			
4	7.4484			*		
2	7.9657				*	
5	8.9981					*

Tabla 24

4. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo **0.96-1.91%**.

#### 4. c. Comparación con tablas

Sólo se cuenta con un valor de cenizas reportado en las tablas para frijoles cocidos con caldo y es de 1.12% (INN2000) valor que se encuentra dentro del rango obtenido de manera experimental, i.e. 0.96 a 1.91%.



Gráfica 23

### 5. a. Comparación entre muestras

Los valores obtenidos de fibra fueron desde 5.34% en la muestra de lata (muestra 2) hasta 8.52% en la muestra de Super Cocina (muestra 3). La variación entre estos valores fue de 16.19%, la cual es elevada si se considera que la cantidad de fibra no se altera con el proceso de cocción ya que no se desecha ninguna fracción después de la preparación. En este caso las diferentes variedades que pueden haberse utilizado, son el factor que influye en la diferencia.

Las medias de las muestras fueron diferentes, la ANOVA muestra una F calculada de 20.91, la cual queda por encima de la teórica (5.06) por lo que se tuvieron medias iguales. En la prueba de Duncan (tabla 25) se vio que dos grupos de medias se parecieron mientras que hubo una diferente a todas.

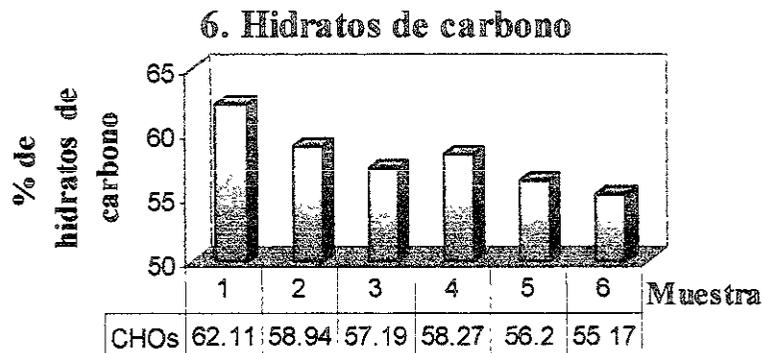
Muestra	Media	Medias iguales		
2	5.34	*		
5	5.99	*	*	
1	6.39		*	
4	6.6333		*	
6	6.79		*	
3	8.5233			*

Tabla 25

5. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo **0.92-1.66%**.

### 5. c. Comparación con tablas

Se tiene solamente un valor reportado de fibra para frijoles con caldo, y es el dado por Whitney, 8.14%. En comparación con el rango obtenido de forma experimental, i.e. 0.92 a 1.66% es un valor muy elevado el teórico, ya que los frijoles no contienen tantos materiales de tipo celulósico. Si se toman todos los nutrimentos de la composición según esta fuente nos da mayor al 100%, lo que indica que se tiene un error y es por ello que sus valores no son confiables.



Gráfica 24

### 6. a. Comparación entre muestras

El contenido de carbohidratos no tiene una alta variación, con un coeficiente de 4.21%, no obstante que el resto de los componentes sufren cambios considerables. Los valores obtenidos van de 55.17% en la muestra de Cafetería (muestra 6) a 62.11% de la muestra de mercado (muestra 1).

El análisis de varianza mostró que las medias no se pueden considerar iguales, no obstante la cercanía de los valores. La F calculada (17.387) no fue muy distante de la teórica (5.06) por lo que se esperaba que existieran similitudes entre algunas de las medias. Los primeros cinco valores se encontraron cercanos entre sí, mientras que el último estuvo más alejado. La prueba de Duncan (tabla 26) mostró que existen tres grupos de medias que fueron similares entre sí.

Muestra	Media	Medias iguales			
6	55.1668	*			
5	56.2014	*	*		
3	57.192		*	*	
4	58.2661			*	
2	58.942			*	
1	62.1065				*

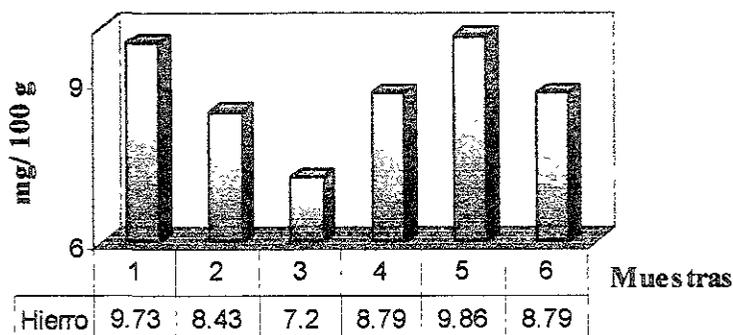
Tabla 26

6. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo **8.58-14.79%**.

### 6. c. Comparación con tablas

Los resultados experimentales obtenidos en base húmeda ocupan un rango de 8.58 a 14.79%. Los valores de tablas reportados son de 9.72% (INN2000) y 23.26% (Whitney). El primer valor se encuentra acorde con el rango antes mostrado y el segundo es muy elevado, considerando además que el valor de proteínas es también alto. Como se mencionó con anterioridad los valores de esta fuente suman más del 100% por lo que los valores tienen algún error.

## 7. Hierro



Gráfica 25

### 7. a. Comparación entre muestras

El contenido de hierro va de 7.2mg en la muestra de Super Cocina (muestra 3) a 9.8mg en la muestra de Fonda (muestra 5). A diferencia entre el máximo y el mínimo es de apenas 2.7 mg, pero debido a que son cantidades muy pequeñas, la variación en los valores fue de 11%. Las diferencias se deben a que los frijoles no pertenecen necesariamente a la misma variedad.

Las variaciones también pueden deberse a la eliminación del agua de remojo, aunque en el caso de la muestra de casa (muestra 4) en que sí se eliminó, el valor no es bajo.

No obstante la cercanía de los valores, la ANOVA mostró que las medias no fueron iguales, la F calculada (17.751) no fue tan lejana de la teórica por lo que se tuvieron tres muestras iguales con la prueba de Duncan (tabla 27).

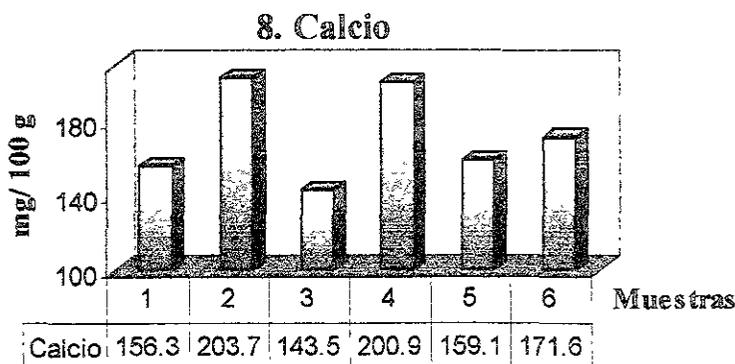
Muestra	Media	Media		
3	7.1989	*		
2	8.4267		*	
6	8.7919		*	
4	8.792		*	
1	9.7264			*
5	9.8633			*

Tabla 27

7. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo **1.27-2.3 mg.**

### 7. c. Comparación con tablas

Los valores reportados en tablas son de 1.9mg (INN2000) y 2.1 mg (Whitney). El rango obtenido experimentalmente en base húmeda (1.27 a 2.32 mg) el cual abarca ambos valores teóricos.



Gráfica 26

### 8. a. Comparación entre muestras

El contenido de calcio fue de 143.5 mg en la muestra de super cocina (muestra 3) a 203.7 mg muestra de lata (muestra 2).

La diferencia entre el máximo y el mínimo fue de 60.2 mg de diferencia considerable aunque al ser un elevado contenido de calcio la variación es de apenas 14.35%.

Las medias no resultaron iguales, sin embargo la F calculada (15.867) no estuvo muy alejada de la teórica, por lo que se esperaban pares de medias similares. Las medias de las muestras se encontraron en tres conjuntos, según la prueba de Duncan (tabla 28).

Muestra	Media	Medias iguales		
3	143.495	*		
1	156.2901	*	*	
5	159.061	*	*	
6	171.6196		*	
4	200.9158			*
2	203.6489			*

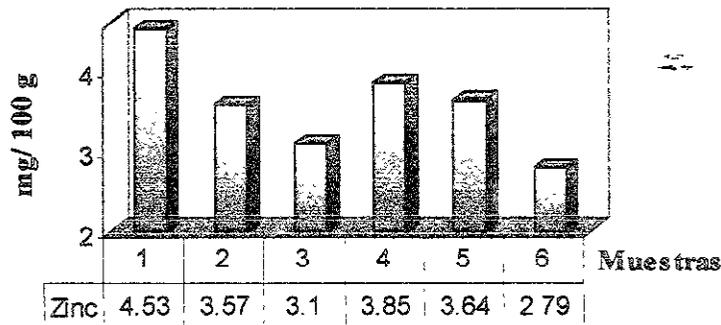
Tabla 28

8. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo **25.31-41.94 mg**.

### 8. c. Comparación con tablas

Los valores teóricos, i.e. 42 mg (INN2000) y 26.74 mg (Whitney) se encuentran cercanos a los límites del rango obtenido experimentalmente, i.e. 25.31 a 41.94 mg. El intervalo es de más de 20 mg por lo que se puede ver que el contenido de este mineral efectivamente se puede ver influido por el tipo de suelo, riego, fertilización entre otros factores que sufra la planta<sup>49</sup>.

## 9. Zinc



Gráfica 27

## 9. a. Comparación entre muestras

La cantidad de zinc en las muestras de frijol varió de 2.79 mg en la muestra de cafetería (muestra 6) y alcanzó 4.53 mg en la muestra de mercado (muestra 1). El coeficiente de variación fue de 16.92%. Las diferencias en el contenido de este mineral, se deben igualmente a las diferentes variedades de frijol que se emplearon en el análisis.

Dadas las diferencias entre las medias de las muestras, la ANOVA mostró que las medias no fueron iguales, sin embargo la F calculada (11.260) fue cercana a la teórica por lo que se esperaban similitudes en algunas medias. La prueba de Duncan (tabla 29) mostró que hubo dos casos en los que las medias presentaron similitudes.

Muestra	Media	Medias iguales		
6	2.79	*		
3	3.1	*		
2	3.57		*	
5	3.64		*	
4	3.85		*	
1	4.53			*

Tabla 29

9. b. Rango de valores: con los datos de la tabla 20 se obtuvo **0.55-1.08 mg.**

## 9. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas reportan 1 mg (INN2000) y 1.13 mg (Whitney) ambos valores alrededor de 1 mg, lo cual coincide con los datos experimentales, i.e. 0.55 a 1.08 mg.

## Muestras de plátanos



Figura 27: Muestra 1 (Fase 6)



Figura 28: Muestra 2 (Fase 6)



Figura 29: Muestra 3 (Fase 7)

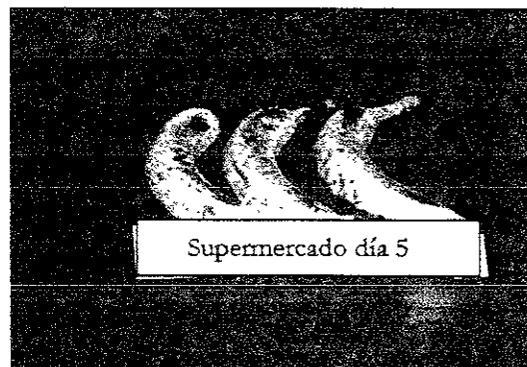


Figura 30: Muestra 4 (Fase 7)



Figura 31: Muestra 5 (Fase 8)

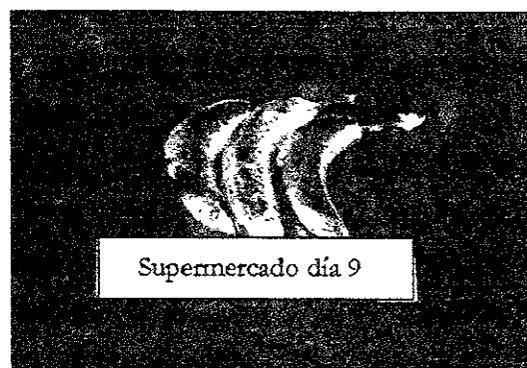


Figura 32: Muestra 6 (Fase 8)

**Tabla 30: Resultados de plátano en base seca (g/100g)**

<i>Plátano</i>	1	2	3	4	5	6
	Central F. 6	Superm. F 6	Central F. 7	Superm. F 7	Central F. 8	Superm. F 8
Grasa	0.09	0.12	0.1	0.21	0.07	0.03
Fibra	1.53	1.86	1.25	1.58	1.38	1.64
Cenizas	2.58	2.7	2.75	3.01	2.29	3.17
Proteína	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
Hidratos de carbono	95.76	95.28	95.85	95.14	96.21	95.1
Hierro (mg)	2.33	8.52	7.74	3.14	5.33	2.45
Zinc (mg)	1.85	1.63	1.06	1.34	2.06	1.01
Calcio (mg)	23.63	22.72	27.83	24.74	28.3	24.11

**Tabla 31: Resultados de plátano en base húmeda (g/100g)**

<i>Plátano</i>	1	2	3	4	5	6
	Central F. 6	Superm. F 6	Central F. 7	Superm. F 7	Central F. 8	Superm. F 8
Humedad	39.92	37.83	55.33	50.21	84.1	70.28
Grasa	0.05	0.07	0.04	0.1	0.01	0.01
Fibra	0.92	1.16	0.56	0.79	0.22	0.49
Cenizas	1.55	1.68	1.23	1.5	0.36	0.94
Proteína	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02
Hidratos de carbono	57.53	59.24	42.82	47.37	15.3	28.26
Hierro (mg)	1.4	5.3	3.46	1.56	0.85	0.73
Zinc (mg)	1.11	1.01	0.47	0.67	0.33	0.3
Calcio (mg)	14.2	14.13	12.43	12.32	4.5	7.17

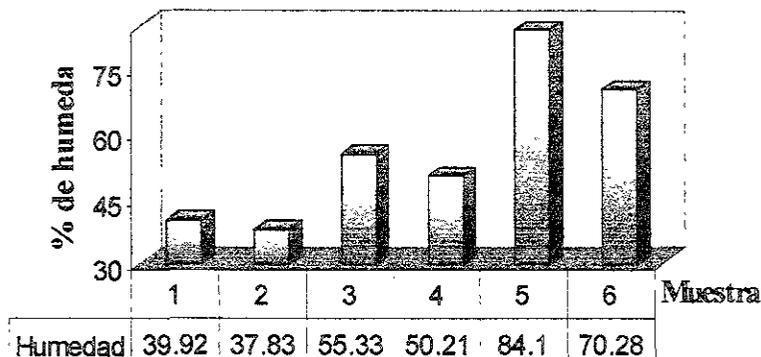
De cada muestra se obtuvo la porción comestible, que se indica en la tabla 32.

Muestra	Porción comestible (%)
1	50.10
2	51.83
3	69.06
4	70.77
5	71.40
6	72.23

Tabla 32

La porción comestible está ligada con la relación cáscara pulpa, ya que a mayor cantidad de pulpa o porción comestible menor cantidad de cáscara y viceversa. De la tabla 32 se ve que el peso de la pulpa fue aumentando con la maduración de la fruta. El aumento se debe a que el agua migra de la cáscara a la pulpa<sup>44</sup>, evidencia de ello es que la cáscara es más delgada conforme el plátano está más maduro. Debido a esta migración de agua y a la formación de la misma con la respiración, la humedad aumenta en los plátanos más maduros.

### 1. Humedad



Gráfica 28

La variación en el contenido de humedad de las muestras fue elevado con un coeficiente de 32.83%. Las condiciones de almacenamiento se mantuvieron iguales para todas las muestras por lo que el ambiente influyó del mismo modo en ellas. El valor mínimo lo tuvo la muestra de supermercado en fase 6 (muestra 2) con 37.83% y el máximo la muestra de central de abastos en fase 8 con 84.1% (muestra 5).

### 1. a. Comparación entre muestras

Debido a las diferencias entre la humedad de las muestras, sus medias no se consideraron iguales según la ANOVA correspondiente. La F fue muy elevada (999.99) por lo que se esperaba que no existan parejas de medias iguales. Las medias según Duncan (tabla 33) fueron todas diferentes.

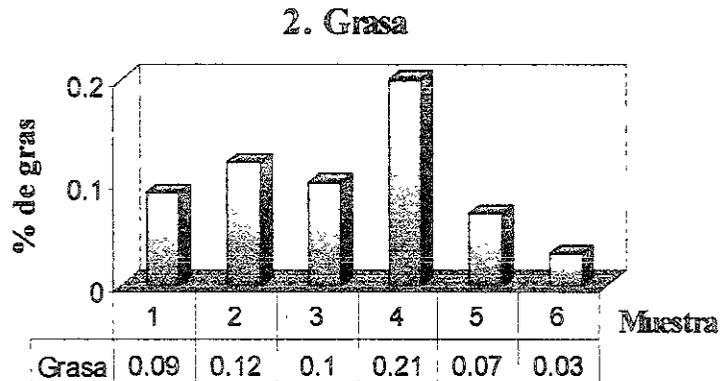
Muestra	Media	Medias iguales					
2	37.8343	*					
1	39.9165		*				
4	50.2082			*			
3	55.3301				*		
6	70.2785					*	
5	84.1016						*

Tabla 33

1. b. Rango de valores: el rango de valores fue de **37.83 a 84.1%**.

### 1. c. Comparación con tablas

El contenido de humedad reportado en tablas es de 71.6% (INN92), 60.20-75.80% (INN2000), 63.8% (INCAP), 74% (Whitney), 78.1% (Morton<sup>53</sup>) y 74.3% (Young<sup>102</sup>). Estos valores se encuentran entre 60 y 80%, una humedad elevada. Es importante notar que en los resultados experimentales, los plátanos en fase 6 en ambos casos presentaron una humedad muy inferior a estos últimos valores ( 39.92 y 37.83%), en fase 7 se acercaron un poco más (55.3 y 50.21 %) y solamente hasta estar muy maduros alcanzaron valores semejantes a los teóricos (84.1 y 70.28%). En el rango de los valores experimentales, i.e. 37.8 a 84.1% se engloban los datos de tablas, pero las diferencias son considerables durante la maduración de la fruta.



Gráfica 29

### 2. a. Comparación entre muestras

El contenido de grasa en el plátano es muy bajo, por lo que pequeñas diferencias son notables. Aunque no se esperan cambios en el contenido de este nutrimento durante el proceso de maduración, en la gráfica 29 se ve un ligero incremento de este nutrimento para plátanos en fase 6 (muestras 1 y 2) a aquellos en fase 7 (muestras 3 y 4) para después volver a disminuir en la fase 8 ( muestra 5 y 6). El mínimo valor lo tuvo la muestra en fase 8 de supermercado (muestra 6) con 0.03% y el máximo la muestra de supermercado en fase 7 con 0.21% (muestra 4). El coeficiente de variación fue de 13.74%.

Debido a las diferencias entre las medias de las muestras, no se pudieron considerar iguales, como lo indica la ANOVA ya que la F calculada fue 14.888, sin embargo no fue tan lejana a la teórica. En la prueba de Duncan (tabla 34) se vio que las medias efectivamente resultaron iguales en tres casos y el máximo (0.21%) no tuvo similitud con ninguna media.

Muestra	Media	Medias iguales			
6	0.0339	*			
5	0.0663	*	*		
1	0.0851	*	*	*	
3	0.0992		*	*	
2	0.1212			*	
4	0.213				*

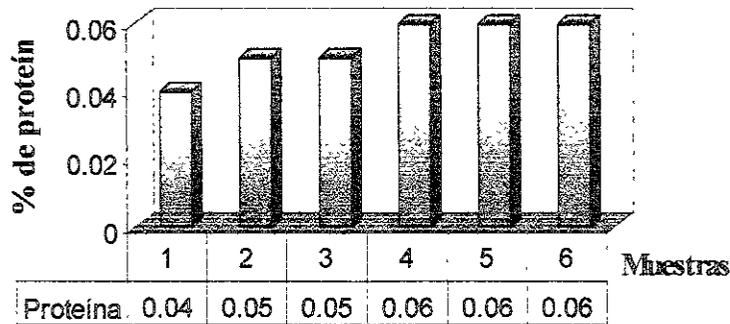
Tabla 34

2. b. Rango de valores: el rango de valores fue de 0.01-0.1 %.

## 2. c. Comparación con tablas

Los valores de grasa reportados en tablas son de 0.19% a 0.43% (INN2000), 0.3% (INN92), 0.2% (INCAP) 0.4% (Morton<sup>54</sup>), 1.75% (Whitney) y 0.48% (Young<sup>104</sup>). En cinco de los seis casos el valor de grasa se encuentra de 0.2 a 0.5% y sólo Whitney reporta un valor elevado más de tres veces. Todos los valores teóricos se encuentran muy por encima de los obtenidos experimentalmente i.e. de 0.01 a 0.10%. Estas diferencias pueden deberse al método de análisis, ya que si la extracción de la grasa fue incompleta, los valores disminuyen. Sin embargo, para realizar la extracción se dejó la muestra tiempo suficiente para obtener toda la grasa.

## 3. Proteína



Gráfica 30

### 3. a. Comparación entre muestras

La cantidad de proteína presente en las 6 muestras fue muy baja, de 0.04% en la muestra de central abastos fase 6 (muestra 1) a 0.06% en la muestra de supermercado en fase 8 (muestra 6). La diferencia es de apenas 0.02%, sin embargo el coeficiente de variación fue de 15.31% por ser valores bajos. Entre las muestras se observa un ligero incremento con la maduración.

No obstante que los valores son cercanos, las medias no resultaron iguales debido a que son valores pequeños, entonces la ANOVA tuvo una F calculada muy elevada, de 159.64; lo que sugiere pocas muestras con medias iguales. Con la prueba de Duncan (tabla 35) se vio que sólo dos muestras resultaron iguales, ambas de la fase 6 de maduración.

Muestra	Media	Medias iguales			
1	0.0437	*			
2	0.045	*			
3	0.0498		*		
4	0.0556			*	
5	0.0583				*
6	0.0644				*

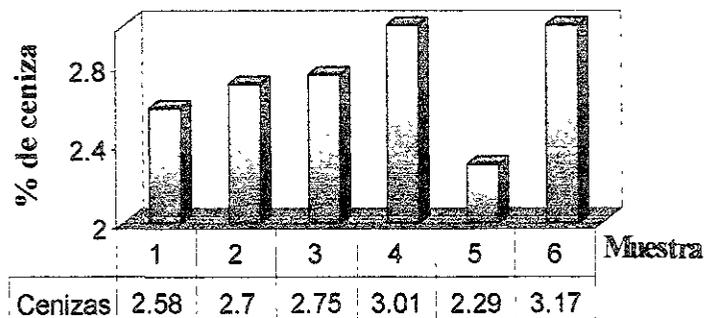
Tabla 35

3. b. Rango de valores: el rango de valores fue de **0.01-0.03%**.

### 3. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas son de 0.93 a 1.5% (INN2000), 1.2% (INN92), 1.01% (INCAP), 0.88% (Whithney), 1.1% (Morton<sup>54</sup>), 1.03% (Young<sup>104</sup>). Todos ellos oscilan alrededor de 1%, que en comparación con los valores obtenidos experimentalmente, i.e. 0.01 a 0.03% son muy elevados. El análisis empleado en esta determinación es muy preciso y exacto, el contenido de nitrógeno en las muestras fue muy bajo lo que sugiere que la presencia de proteínas es notablemente escasa.

## 4. Cenizas



Gráfica 31

### 4. a. Comparación entre muestras

El contenido de cenizas fue muy semejante para las 6 muestras, con una diferencia de 0.72%, sin embargo su coeficiente de variación fue de 11.35%. No se reportan cambios en la literatura en el contenido de este componente, ya que el agua migra de la cáscara a la pulpa durante la maduración por la diferencia de presión osmótica, lo que sugiere que los minerales de la pulpa se mantienen en su lugar.

Por lo tanto, no se observa una tendencia de cambios con la maduración. El valor máximo de cenizas lo tiene la muestra de central de abastos fase 5 (muestra 5) con 2.29% y el máximo la muestra de supermercado en fase 8 con 3.17% (muestra 6). Los cambios pueden deberse a diferencias en las condiciones de vida de la planta, sin embargo, las muestras de cada lote fueron tomadas de la misma mano, lo que implica igualdad de circunstancias durante el desarrollo de la fruta.

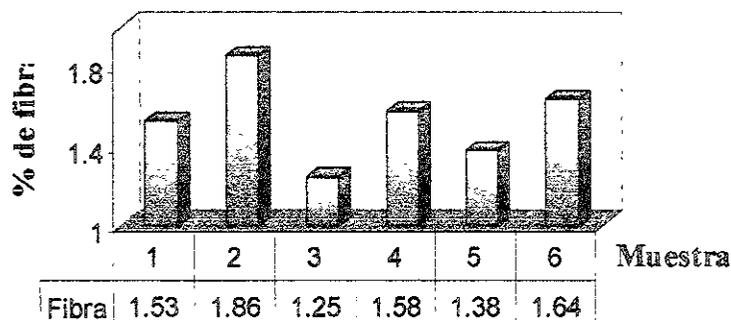
Ya que los valores son cercanos, la ANOVA mostró que las medias son iguales, la F calculada fue de 4.762, inferior a 5.06.

4. b. Rango de valores: el rango de valores fue de  $1.26 \pm 0.53$ .

#### 4. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas para este nutrimento son de 0.8 a 0.9% (INN2000), 0.8% (INCAP), 1.48% (Morton<sup>54</sup>) y 0.5% (Young<sup>104</sup>). Los valores oscilan alrededor de 1% y los resultados experimentales fueron de 0.73 a 1.79%, abarcando los teóricos y con un margen más amplio. Es de notarse que el contenido de sales presente en la fruta es superior al contenido de proteínas, según se ve con los resultados experimentales y los teóricos.

### 5. Fibra



Gráfica 32

#### 5. a. Comparación entre muestras

El contenido de fibra disminuye durante la maduración debido a la utilización de este material<sup>44</sup>.

En la gráfica 32 se observa un descenso de la fase 6 (muestras 1 y 2) a la fase 7 (muestras 3 y 4) y un ligero aumento (muestras 5 y 6). El contenido de este nutrimento se mantiene cercano en todas las muestras, con apenas 13.74% de variación.

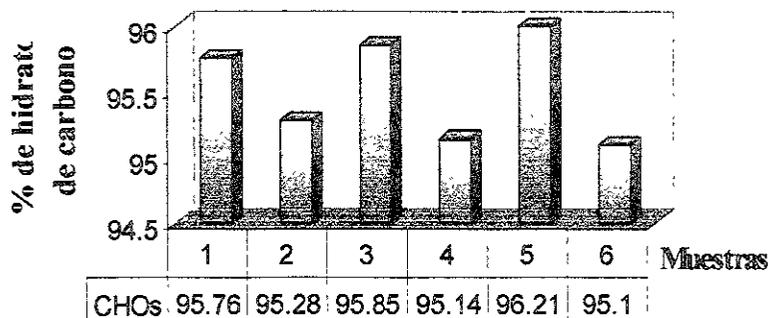
Dada su cercanía, las medias de las muestras resultaron iguales según lo muestra la ANOVA, ya que la F calculada fue de 0.369 menor a la teórica (5.069).

5. b. Rango de valores: el rango de valores fue de  $0.73 \pm 0.36$ .

### 5. c. Comparación con tablas

El contenido de fibra reportado en tablas 2.1% (INN92), 0.27-0.42% (INN2000), 1.75% (Whitney), 1.075 (Morton<sup>54</sup>) y 0.5% (Young<sup>104</sup>). Dos de las referencias presentan valores bajos, alrededor de 0.5% y el resto de entre 1 y 2%. Los valores experimentales (0.37 a 1.09%), englobaron a los valores teóricos con excepción del valor dado por Whitney que se aleja del resto.

## 6. Hidratos de carbono



Gráfica 33

### 6. a. Comparación entre muestras

El contenido de carbohidratos fue muy similar para las muestras, con una variación del 0.47%. Este parecido se debe a que los demás componentes se encuentran en muy baja proporción dejando una cantidad muy elevada como diferencia que es el contenido de carbohidratos. Este nutrimento es el componente mayoritario en base seca.

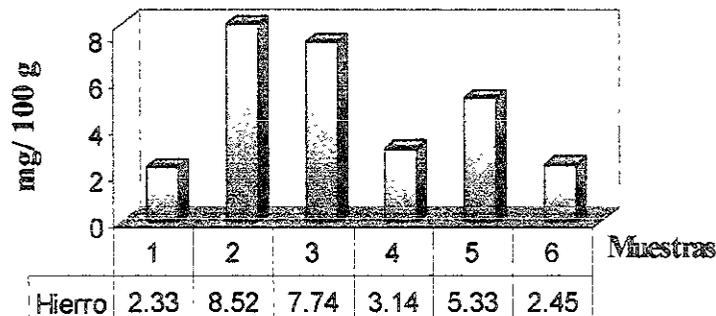
Las medias por estar cercanas resultaron iguales según la ANOVA ( $F = 1.479$ ).

6. b. Rango de valores: el rango de valores fue de  $44.45\% \pm 17.68$ .

### 6. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas son: 21.17 a 22.78% (INN2000), 22% (INN 92), 33.8% (INCAP), 23.68% (Withney), 25.8% (Morton<sup>56</sup>) y 23.4 (Young<sup>104</sup>). Destaca que de estos valores casi todos oscilan alrededor de 22%, con excepción del INCAP que se dispara hasta casi 34%. Debido al rango de humedad obtenido experimentalmente de las muestras, el contenido de carbohidratos en base húmeda va desde 26.77% hasta 62.13%. Los valores teóricos se encuentran por debajo del mínimo del rango experimental.

## 7. Hierro



Gráfica 34

### 7. a. Comparación entre muestras

El contenido de hierro (gráfica 34) fue diferente en las muestras y no guarda relación con la maduración. La variación fue de 55.35%, ya que las diferencias entre las muestras fueron considerables. Las diferencias se deben a las muestras en sí, pero como se describió en el contenido de cenizas, las muestras pertenecían a la misma mano, por lo que los frutos se vieron sujetos a las mismas condiciones. El valor mínimo lo tuvo la muestra de central de abastos fase 6 (muestra 1) y el máximo la muestra de central de abastos fase 6 (muestra 2).

Debido a las diferencias entre las muestras, sus medias no fueron iguales según indica la F calculada (167.747) la cual es muy superior a la teórica, lo que sugiere pocas similitudes entre las medias. Con la prueba de Duncan se obtuvo que sólo dos de las medias resultaron iguales.

Muestra	Media	Medias iguales				
1	2.329	*				
6	2.4476	*				
4	3.1363		*			
5	5.333			*		
3	7.744				*	
2	8.5221					*

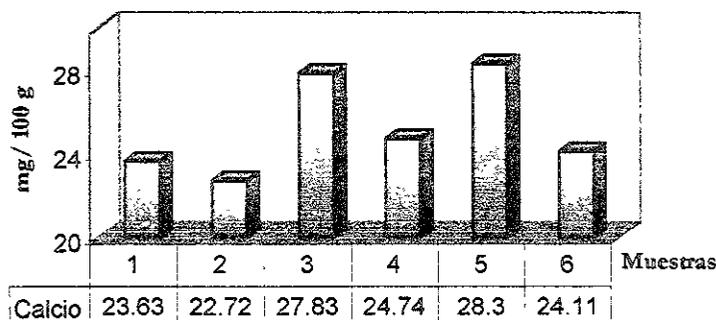
Tabla 36

7. b. Rango de valores: el rango de valores fue de **0.73-5.3 mg**

7. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas 0.7 mg (INN92), 0.3-6.26 mg (INN2000), 0.08 mg (INCAP), 0.31 mg (Whitney), 1.5 mg (Morton<sup>53</sup>) y 0.31 (Young<sup>102</sup>). Las cifras se mantienen cercanas 1 mg, solamente en el caso de las tablas (INN2000) se eleva más el valor. Los resultados experimentales en base húmeda arrojaron 0.73 a 5.3 mg de hierro, estando acorde con los teóricos.

## 8. Calcio



Gráfica 35

### 8. a. Comparación entre muestras

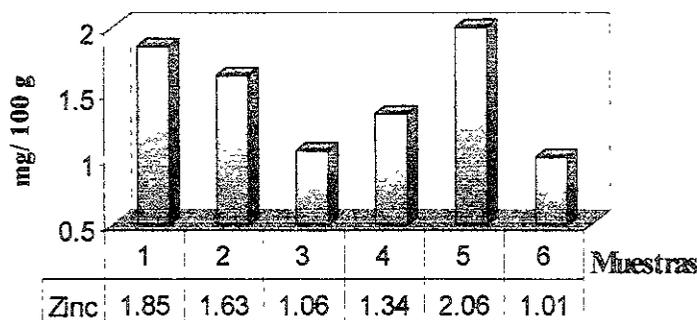
A diferencia de las variaciones en el contenido de hierro, la cantidad de calcio presente en las muestras presentó mayores similitudes (gráfica 36). La variación fue de 9.13%. El mínimo fue para la muestra de supermercado fase 6 (muestra 2) con 22.72 mg y el máximo para la muestra de central de abastos fase 8 (muestra 5) con 28.3 mg. La ANOVA mostró que las medias se pueden considerar iguales ( $F=0.817$ ).

8. b. Rango de valores: el rango de valores fue de  $7.49 \pm 4.02$ .

### 8. c. Comparación con tablas

El contenido de calcio reportado en tablas es de 13 mg (INN92), 6-31 mg (INN2000), 8 mg (INCAP), 6.14 mg (Whitney), 13.8 mg (Morton<sup>54</sup>) y 6 mg (Young<sup>104</sup>). Estos valores se encuentran entre 6 y 14 mg con excepción de uno de las tablas (INN2000) que alcanza el valor de 31 mg, el cual es elevado. Los resultados experimentales se colocaron en un rango de 7.49 a 15.54 mg abarcando a los valores teóricos.

## 9. Zinc



Gráfica 36

### 9. a. Comparación entre muestras

El contenido de zinc en el plátano sufrió una variación de 28.63%, no obstante que los valores se encuentran cercanos. Al ser pequeñas cifras, los cambios son más notables. El valor mínimo fue para la muestra de supermercado en fase 8 (muestra 6) con 1.01 mg y el máximo para la muestra de central de bastos fase 8 (muestra 5) con 2.06 mg.

Las medias de las muestras no fueron iguales, como lo dice la ANOVA ya que la F calculada fue de 9.459, no obstante se encontró cercana a la teórica por lo que se tuvieron similitudes entre muestras. La prueba de Duncan (tabla 37) mostró que tres grupos de medias se parecieron entre sí.

Muestra	Media	Medias iguales		
6	1.01	*		
3	1.06	*		
4	1.34	*	*	
2	1.63		*	*
1	1.85			*
5	2.06			*

Tabla 37

**9. b. Rango de valores:** el rango de valores fue de **0.3-1.11 mg.**

#### 9. c. Comparación con tablas

Los valores teóricos de zinc para el plátano son de 0.17 mg (INN92), 0.16 mg (Whitney) y 0.16 mg (Young<sup>102</sup>). Las tablas de nutrición 2000 no contienen información de este mineral. Los tres valores teóricos son muy cercanos y, en comparación con los experimentales, i.e. 0.3 a 1.11mg son ligeramente mayores.

## Muestras de leche

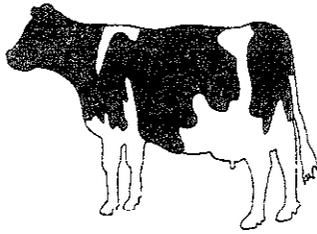


Figura 33: Muestra 1  
Leche bronca



Figura 34: Muestra 2  
Leche reconstituida

LECHE ENTERA



alpura

Pasteurizada

Preferente Especial

Cont. Net. 1 litro

CONSERVESE EN REFRIGERACIÓN

Grasa tipo 33 g/l

Figura 35: Muestra 3  
Leche pasteurizada



Figura 36: Muestra 4  
Leche ultrapasteurizada

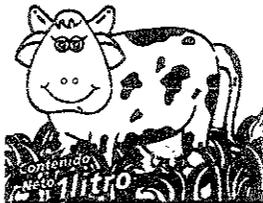


Figura 37: Muestra 5  
Fórmula láctea



Figura 38: Muestra 6  
Leche de Liconsa

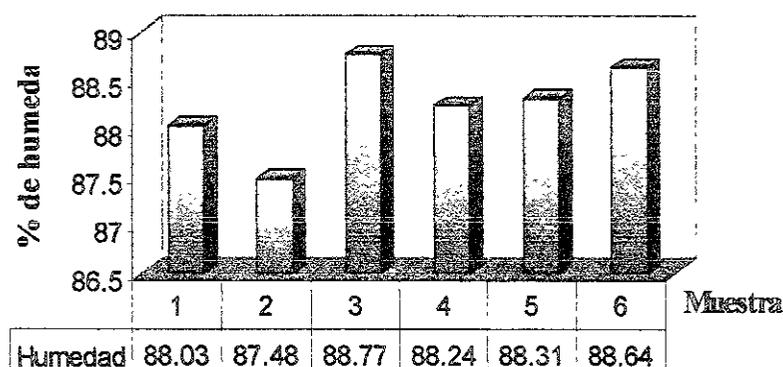
**Tabla 38: Resultados de leche en base seca (g/100g)**

	1	2	3	4	5	6
	Bronca	Reconst.	Pasteurizada	UHT	F. láctea	Liconsa
Grasa	25.91	25.58	24.34	23.81	24.54	24.41
vitamina A	2.1	17.86	156.95	481.56	119.49	947.56
Cenizas	6.6	5.49	6	6.76	5.65	5.63
Proteína	28.26	27.55	28.08	23.08	17.63	17.71
Hidratos de carbono	39.23	40.4	41.05	40.83	41.39	41.55
Hierro (mg)	4.44	4.16	6.98	11.36	5.20	3.39
Zinc (mg)	6.98	23.22	16.19	25.02	5.39	5.45
Calcio (mg)	872.11	839.16	849.86	717.05	585.21	797.08

**Tabla 39: Resultados de leche en base húmeda (g/100g)**

	1	2	3	4	5	6
<i>Leche</i>	Bronca	Reconst.	Pasteurizada	UHT	F. láctea	Liconsa
Humedad	88.03	87.48	88.77	88.24	88.31	88.64
Grasa	3.1	3.2	2.73	2.8	2.87	2.77
Vitamina A (R□)	0.25	2.24	17.63	56.63	13.97	107.64
Cenizas	0.79	0.69	0.67	0.79	0.66	0.64
Proteína	3.38	3.45	3.15	2.71	2.06	2.01
Hidratos de carbono	4.7	5.06	4.61	4.8	4.84	4.72
Hierro (mg)	0.53	0.52	0.78	1.34	0.61	0.39
Zinc (mg)	0.84	2.91	1.82	2.94	0.63	0.62
Calcio (mg)	104.39	105.06	95.44	84.33	68.41	90.55

## 1. Humedad



Gráfica 37

## 1. a. Comparación entre muestras

La humedad de la leche sufre una variación pequeña, con un coeficiente de 0.52%. Los valores van de 87.48% en leche pasteurizada (muestra 2) a 88.77% en leche reconstituida (muestra 3). La cantidad de agua de la leche se mantiene porque se guarda en recipientes cerrados que evitan su pérdida.

No obstante que las diferencias entre las muestras fueron bajas, las medias no resultaron iguales, según lo mostró la ANOVA. La F calculada fue 6.525, cercana a la teórica (5.06) por lo que las similitudes se presentaron. Con los resultados de la prueba de Duncan (tabla 40) se vio que las medias se agruparon en tres conjuntos.

Muestra	Media	Medias iguales		
2	87.4833	*		
1	88.0266	*	*	
4	88.2433		*	*
5	88.3100		*	*
6	88.6366			*
3	88.7700			*

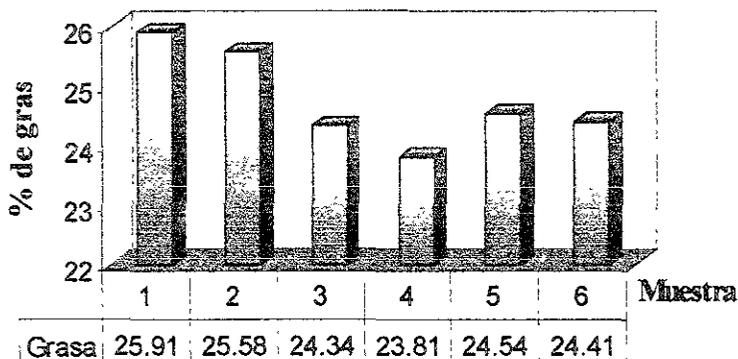
Tabla 40

1. b. Rango de valores: el rango de valores fue de 87.48-88.77%.

### 1. c. Comparación con tablas

Los valores reportados en tablas son de 87.9% (INN92), 87.80-90.30% (INN2000), 87.4% (INCAP), 88% (Whitney), 87.6% (Spreer<sup>95</sup>), 87.6% (Porter<sup>63</sup>). Los valores anteriores se encuentran alrededor de 88%, al igual que los obtenidos en forma experimental.

### 2. Grasa



Gráfica 38

### 2. a. Comparación entre muestras

El contenido de grasa de la leche va de 23.81% de la leche ultrapasteurizada (muestra 4) a 25.91% de la leche bronca (muestra 1), con un coeficiente de variación del 5%. La cantidad de grasa fluctúa debido a factores como raza de la vaca, alimentación, edad, clima entre otros<sup>97</sup>. Sin embargo las leches tratadas deben cumplir con una especificación de nivel mínimo de grasa, que para el caso de leche entera es de 24.22%<sup>71</sup>. Especificación que se cumple en todos los casos.

Las medias de las muestras no fueron iguales, como lo dejó ver la ANOVA, ya que la F calculada (6.051) fue mayor aunque cercana a la teórica (5.06). Con la prueba de Duncan (tabla 41) se vio que las medias se parecen en tres casos.

Muestra	Media	Medias iguales		
4	23.81	*		
3	24.34	*	*	
6	24.41		*	*
5	24.54		*	*
2	25.58			*
1	25.91			*

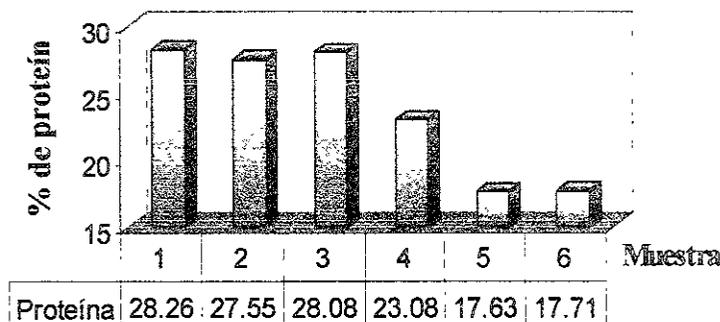
Tabla 41

2. b. Rango de valores: el rango de valores fue de **2.73-3.2%**.

### 2. c. Comparación con tablas

Los valores reportados de tablas son de 3.3% (INN92), 2.10 a 5.40% (INN2000), 3.5% (INCAP), 3.28% (Whitney), 3.7% (Spreer<sup>93</sup>) y 3.8% (Porter<sup>62</sup>). El rango de valores obtenido experimentalmente (2.73 a 3.2%), fue ligeramente más bajo que los teóricos. Lo anterior hace pensar que no se mantuvo la cantidad de grasa de la leche, aunque estuviera de acuerdo con la legislación.

## 3. Proteína



Gráfica 39

### 3. a. Comparación entre muestras

La cantidad de proteína de la leche varió de 17.71% en leche de Liconsa (muestra 6) a 28.26% en leche bronca (muestra 1). El coeficiente de variación fue de 16.7%. La leche bronca, al no ser tratada industrialmente, guarda más sus propiedades, y entre ellas la cantidad de proteínas, en cambio la leche de menor contenido (Liconsa), al ser reconstituida puede contener menos ya que por ejemplo se pierde cisteína porque se degrada en el calentamiento<sup>12</sup>.

La norma establece un contenido de 24.22%<sup>71</sup>, especificación que no cumple la leche ultrapasteurizada (muestra 4), fórmula láctea (muestra 5) y leche de Liconsa (muestra 6). Los últimos dos valores son muy bajos, 17.63 y 17.71 respectivamente, por lo que la calidad de esas dos muestras de leche es baja también.

Las cantidades de proteína en las muestras difirieron y sus medias no se consideraron iguales ya que se tuvo un valor alto de F (96.461) por lo que las muestra similares fueron pocas. Con la prueba de Duncan (tabla 42) se vio que cuatro de las medias son iguales mientras que las dos restantes no tuvieron parecido con ninguna otra.

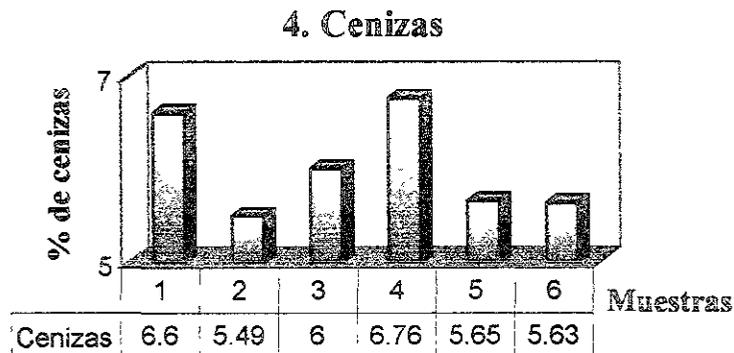
Muestra	Media	Medias iguales		
5	17.63	*		
4	23.08		*	
6	17.71			*
2	27.55			*
3	28.08			*
1	28.26			*

Tabla 42

**3. b. Rango de valores:** el rango de valores fue de **2.01-3.45%**.

### 3. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas son 3.3% (INN92), 1.2 a 3.6% (INN2000), 3.3% (INCAP), 3.28% (Whitney), 3.4% (Spreer<sup>91</sup>) y 3.3% (Porter<sup>61</sup>). Es importante resaltar que los valores más bajos en las tablas INN2000 son para las fórmulas lácteas, al igual que en los resultados experimentales. El rango obtenido en base húmeda fue de 2.01 a 3.45%, ligeramente por debajo de los valores teóricos.



Gráfica 40

#### 4. a. Comparación entre muestras

Los valores de cenizas van de 5.49% de leche pasteurizada (muestra 2) a 6.76% de leche ultrapasteurizada (muestra 4). El coeficiente de variación de los datos es de 8.29%. Con el procesamiento, la cantidad de sales en la leche no se ve afectada, aunque se ve que la leche bronca (muestra 1) tiene un valor de minerales mayor que 4 de las 5 muestras restantes.

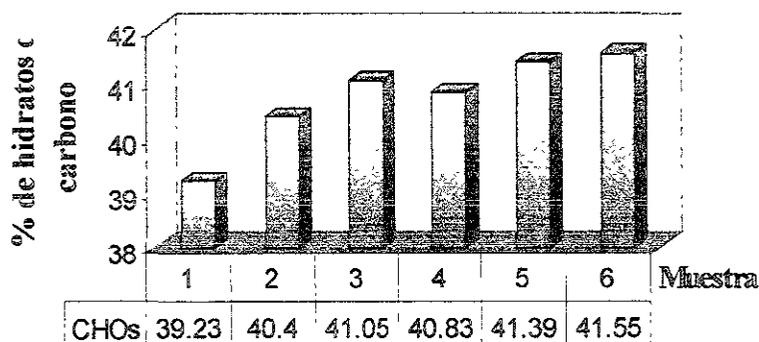
Las medias de las muestras se encontraron cercanas por lo que en la ANOVA ( $F=2.684$ ) resultó que las medias de las 6 muestras fueron iguales.

4. b. Rango de valores: el rango obtenido fue de  $0.72\% \pm 0.06$ .

#### 4. c. Comparación con tablas

Las tablas reportan valores de 0.5-1.7% (INN2000), 0.6% (INCAP), 0.7% (Spreer<sup>93</sup>). En las tablas el valor de 1.7% es elevado en comparación con los demás, que se encuentran alrededor de 0.6% al igual que los experimentales, i.e. 0.66 a 0.78%.

## 6. Hidratos de carbono



Gráfica 41

### 5. a. Comparación entre muestras

La cantidad de hidratos de carbono presentes en la leche fue desde 39.23% en leche bronca (muestra 1) hasta 41.55% en leche Liconsa (muestra 6). Las diferencias no son altas, por lo que el coeficiente de variación fue de 10.53%.

Las medias de las muestras no resultaron iguales, como se vio en la ANOVA. La F calculada (23.045) no se encontró retirada de la teórica, por lo que las similitudes no fueron pocas. La prueba de Duncan (tabla 43) mostró que las medias fueron similares entre sí en tres conjuntos, y una (muestra 5) no tuvo parecido con ninguna otra.

Muestra	Media	Medias iguales			
1	39.23	*			
2	40.4	*	*		
3	41.05	*	*	*	
6	41.55		*	*	
4	40.83			*	
5	41.39				*

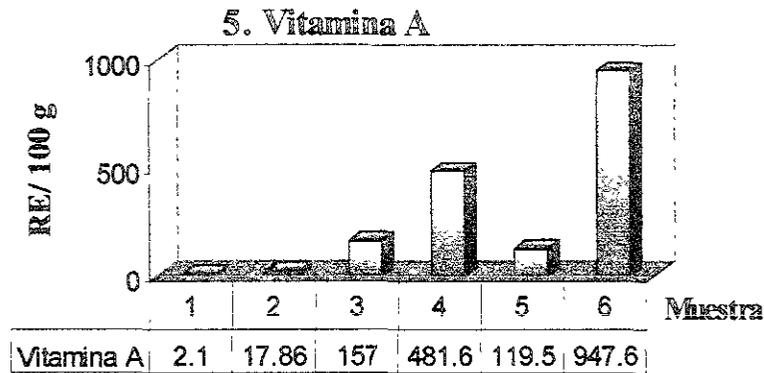
Tabla 43

5. b. Rango de valores: el rango obtenido fue de 4.61-5.06%.

### 5. c. Comparación con tablas

La lactosa, principal carbohidrato de la leche, es el componente de menor variación de este producto<sup>97</sup>.

Los valores de tablas son de 4.7% (INN92), 2.80 a 6% (INN2000), 5.2% (INCAP), 4.51 (Whitney), 4.8% (Spreer<sup>93</sup>), 4.7% (Porter<sup>62</sup>). Los experimentales van de 4.61 a 5.06%. Tanto las cifras teóricas como las experimentales se mantienen alrededor de 5%.



Gráfica 42

#### 6. a. Comparación entre muestras

El contenido de vitamina A tuvo una variación muy alta, con un coeficiente de 127.5%. Sus valores van desde 2.1  $\mu\text{g}$  en leche bronca (muestra 1), hasta 947.6  $\mu\text{g}$  en leche de Liconsa (muestra 6). El contenido de la vitamina en leche bronca es muy bajo debido a que la leche se hirvió como método de conservación y la vitamina disminuye considerablemente su contenido debido al tratamiento térmico.

Las muestras difieren entre ellas en altas proporciones, por lo que sus medias no fueron iguales, según muestra la F en la ANOVA que fue de 48.256. Con la prueba de Duncan (tabla 44) se vio que tres de las 6 muestras tienen medias iguales.

Muestra	Media	Medias iguales			
1	2.1	*			
2	17.86		*		
5	119.49		*		
3	156.95		*		
4	481.56			*	
6	947.56				*

Tabla 44

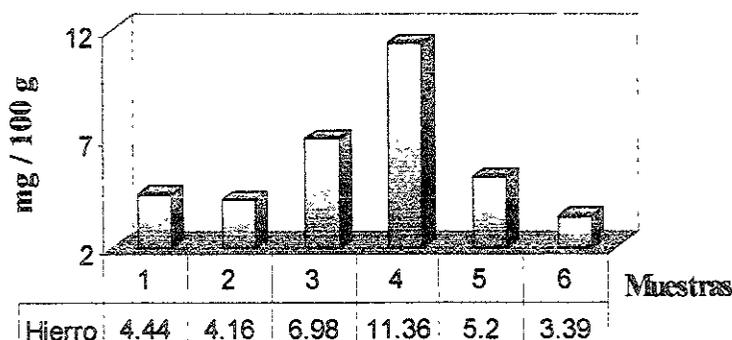
6. b. Rango de valores: el rango obtenido fue de 0.25-107.64  $\mu\text{g}$ .

### 6. c. Comparación con tablas

Cuando las leches son tratadas térmicamente, se especifica que la leche se debe reconstituir con 2000 unidades internacionales o 600.60  $\mu\text{g}$  de retinol<sup>85,88</sup>, sin embargo no se detalla a qué volumen se debe añadir dicha cantidad. En caso de ser la adición por litro de leche, como se denota en el empaque de algunas muestras, en 100 mL serían 60.06  $\mu\text{g}$  los que debieran estar presentes. Esta condición sólo la cumple la leche Liconsa (muestra 6) con 107.64  $\mu\text{g}$ , el resto tiene valores de: 0.25  $\mu\text{g}$ , leche bronca (muestra 1); 2.24  $\mu\text{g}$ , leche pasteurizada (muestra 2); 17.63  $\mu\text{g}$ , leche reconstituida (muestra 3); 56.63  $\mu\text{g}$ , leche ultrapasteurizada (muestra 4); y 13.97  $\mu\text{g}$ , fórmula láctea (muestra 5).

El rango de valores experimentales obtenidos en base húmeda fue de 0.25 a 107.64  $\mu\text{g}$ . Los valores de tablas son: 31  $\mu\text{g}$  (INN92), 28  $\mu\text{g}$  (INCAP), 31.15  $\mu\text{g}$  (Whitney) y 35  $\mu\text{g}$  (Porter<sup>6a</sup>). Es importante hacer notar que en las tablas más recientes del Instituto Nacional de la Nutrición se dan más de 60 valores de composición química de la leche y sólo un valor de contenido de vitamina A, que corresponde a leche hervida con 55  $\mu\text{g}$ , cifra elevada si se considera que se pierde retinol por el calentamiento. Los valores teóricos oscilan alrededor de 30  $\mu\text{g}$ , se mantienen dentro del intervalo obtenido de forma experimental, sin embargo están por debajo de la especificación.

## 7. Hierro



Gráfica 43

### 7. a. Comparación entre muestras

La cantidad de hierro va de 4.16 mg en leche pasteurizada (muestra 2) a 11.36 mg en leche ultrapasteurizada (muestra 4). La variación de este mineral es elevada con un coeficiente de 49.5%. El hierro no es afectado directamente por el proceso de industrialización de las diferentes leches por lo que su variación es inherente a cada muestra.

Debido a la variación entre las muestras las medias fueron diferentes, como lo denotó la ANOVA ( $F=42.605$ ). La prueba de Duncan (tabla 45) mostró que hubo similitudes entre dos conjuntos de medias.

Muestra	Media	Medias iguales			
6	3.3882	*			
2	4.1605	*	*		
1	4.4381	*	*		
5	5.2024		*		
3	6.9839			*	
4	11.3597				*

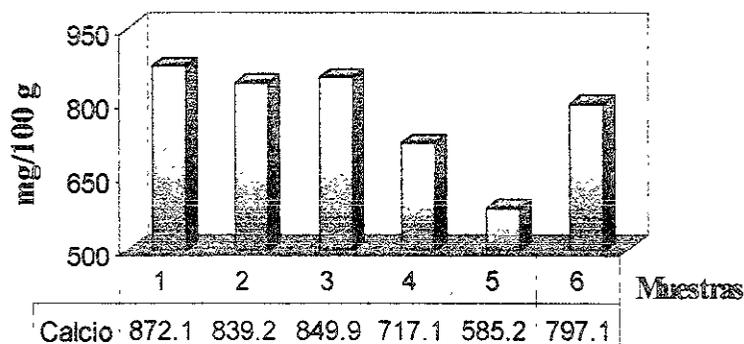
Tabla 45

7. b. Rango de valores: el rango obtenido fue de **0.39-1.34 mg**.

### 7. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas son: 0.1 mg (INN92), 0.20 a 3.10mg (INN2000), 0.3mg (INCAP), 0.05 mg (Whitney). Las cifras se encuentran cercanas a 0.2 mg y una se dispara hasta 3.1. Los valores experimentales están por encima de los teóricos, i.e. 0.39 a 1.34 mg.

## 8. Calcio



Gráfica 44

## 8. a. Comparación entre muestras

La cantidad de calcio varió desde 585.2 mg en fórmula láctea (muestra 5) hasta 872.1 mg en leche bronca (muestra 1). Las diferencias son notables, pero su coeficiente de variación es de 13.98%.

Las medias no fueron iguales, por lo que muestra la ANOVA; pero la F calculada 5.136 fue cercana a la teórica (5.06), por lo que se esperaban pares de medias iguales. La prueba de Duncan (tabla 46) mostró que 5 de las muestras tuvieron una media igual y sólo una quedó fuera.

Muestra	Media	Medias iguales
5	585.2084	*
6	787.0819	*
3	803.9956	*
4	819.0876	*
2	839.1608	*
1	872.1067	*

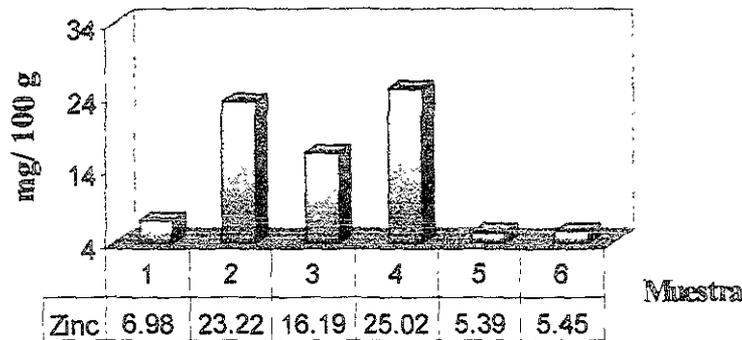
Tabla 46

8. b. Rango de valores: el rango obtenido fue de **68.41-105.06 mg**.

## 8. c. Comparación con tablas

Los valores de tablas son de 119 mg (INN92), 104.08 a 115.94 mg (INN2000), 152 mg (INCAP), 118.85 mg (Whitney), 120 mg (Porter<sup>61</sup>), valores que se encuentran entre 100 y 150 mg aproximadamente, rango que se encuentra por encima del experimental, i.e. de 68.41 a 105.06mg.

## 9. Zinc



Gráfica 45

## 9. a. Comparación entre muestras

La cantidad de zinc presente en las muestras de leche va de 5.39 mg en la muestra de fórmula láctea (muestra 5) a 25.02 mg en la muestra de leche ultrapasteurizada (muestra 4). Las variaciones son considerables, se tiene un coeficiente de 65.84%. Este es el mineral que mayores fluctuaciones sufre en la leche, lo que puede denotar que su composición sí se ve alterada con su procesamiento, aunque en teoría debiera mantenerse. La ANOVA mostró que las medias fueron diferentes aunque la F calculada (10.673) no fue lejana de la teórica (5.06), por lo que se tuvieron similitudes entre las muestras. Con la prueba de Duncan (tabla 47) se vio que las muestras presentaron semejanzas en tres casos.

Muestra	Media	Medias iguales		
5	5.39	*		
6	5.45	*		
1	6.98	*		
3	16.19		*	
2	23.12		*	*
4	25.22			*

Tabla 47

9. b. Rango de valores: el rango obtenido fue de 0.62-2.94 mg.

## 9. c. Comparación con tablas

Los valores teóricos del contenido de zinc en leche son de 0.38 mg (INN92), 0.46-0.60 mg (INN2000) y 0.38 mg (Whitney). Las cifras anteriores se mantienen cercanas a 0.4 mg lo cual está por debajo de los valores experimentales obtenidos en base húmeda, i.e. de 0.62 a 2.94 mg.

Con los rangos obtenidos en el análisis de resultados de cada alimento se obtuvo la composición química de los cuatro alimentos presentada en la tabla 48.

**Tabla 48: Resumen de la composición química de los cuatro alimentos seleccionados (g / 100 g de alimento)**

	Tortilla de maíz amarillo o blanco	Frijol negro con caldo	Plátano Tabasco	Leche entera (100g)	Leche entera (100mL)
Humedad	43.91 - 55.15	75.56 - 85.27	37.83 - 84.1	87.48 - 88.77	90.04 - 91.37
Grasa	0.21 - 0.47	0.29 - 20.8	0.01 - 0.1	2.73 - 3.2	2.81 - 3.29
Fibra	0.76 - 1.13	0.92 - 1.66	0.37 - 1.09		
Cenizas	0.62 - 1.2	0.96 - 1.91	0.66 - 0.78	0.64 - 0.69	0.66 - 0.81
Proteína	4.91 - 5.99	3.75 - 5.81	0.01 - 0.03	2.01 - 3.45	2.07 - 3.55
Hidratos de Carbono	37.89 - 47.49	8.58 - 14.79	26.77 - 62.13	4.61 - 5.06	4.75 - 5.21
Vitamina A (RE)				0.25 - 107.64	0.26 - 110.79
Hierro (mg)	1.95 - 5.92	1.27 - 2.32	0.73 - 5.3	0.39 - 1.34	0.40 - 1.38
Zinc (mg)	1.75 - 3.69	0.55 - 1.08	0.3 - 1.11	0.62 - 2.94	0.64 - 3.03
Calcio (mg)	86.97 - 184.78	25.31 - 41.94	7.49 - 15.54	68.41 - 105.06	70.41 - 108.138

Según la Norma Oficial Mexicana 086-SSSA1<sup>84</sup> las cantidades de cada alimento que equivalen a una porción son:

- Tortilla: 120 g ( 5 piezas)
- Frijol: 80 g (1 plato)
- Plátano: 110 g ( 1 pieza)
- Leche: 240 mL (1 vaso)

## II Aporte nutrimental

Considerando las cantidades por porción de alimento, se calculó la proporción de nutrimentos que se aportan con el consumo de los cuatro alimentos. Los resultados se resumen en la tabla 49.

*Tabla 49: Aporte nutrimental de los cuatro alimentos*

	<i>Tortilla</i>	<i>Frijol</i>	<i>Plátano</i>	<i>Leche</i>	<i>Total</i>
Energía (kcal)	261.76 - 207.69	41.51 - 80.86	67.45 - 261.75	126.1 - 155.27	493.31 - 772.36
Humedad (g)	52.69 - 66.18	60.45 - 68.22	41.61 - 92.51	216.1 - 219.29	370.85 - 446.2
Grasa (g)	0.25 - 0.56	0.23 - 1.66	0.01 - 0.11	6.74 - 7.91	7.23 - 10.24
Cenizas (g)	0.74 - 1.44	0.77 - 1.53	0.41 - 1.19	1.63 - 1.93	3.94 - 6.87
Proteína (g)	5.89 - 7.19	3 - 4.65	0.01 - 0.03	4.97 - 8.52	13.87 - 20.31
Fibra (g)	0.91 - 1.36	0.74 - 1.33	0.24 - 1.28		2.06 - 3.88
Hidratos de Carbono (g)	45.47 - 56.99	6.86 - 11.83	29.47 - 68.34	11.39 - 12.5	80.55 - 146.48
Vitamina A (RE)				0.62 - 265.91	0.62 - 265.91
Hierro (mg)	2.34 - 7.1	1.02 - 1.86	0.8 - 5.83	0.96 - 3.31	5.12 - 18.1
Zinc (mg)	2.1 - 4.43	0.44 - 0.86	0.33 - 1.22	1.53 - 7.26	4.4 - 13.77
Calcio (mg)	104.36 - 221.74	20.25 - 33.55	8.24 - 17.09	168.99 - 259.53	310.69 - 523.06

En la tabla 49 se ve que la fuente de energía principal es la tortilla; de agua la leche; de grasa la leche; de sales serían los cuatro; de proteínas la tortilla, el frijol y la leche; de fibra, la tortilla, el frijol y el plátano; de carbohidratos, la tortilla; de hierro, la tortilla; de zinc la tortilla y la leche; y de calcio la tortilla y la leche. Los frijoles, por tener caldo, disuelven sus nutrimentos. El plátano aporta minerales y un poco de fibra, ya que en los demás componentes es muy escaso.

Una vez calculadas las cantidades de nutrimentos que aportan los cuatro productos, se evaluó en qué grado se satisfacen las recomendaciones.

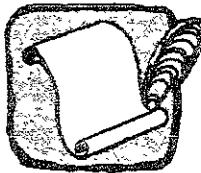
**Tabla 50: Porcentaje de recomendaciones que se cubre con la ingesta de plátano, tortilla, frijol y leche**

Nutrimento	Aporte de los alimentos	Recomendación <sup>34</sup>	% mínimo	% máximo
Proteína (g)	13.77-20.31	75	27.19	18.49
Vitamina A (RE)	26.31-270.27	1000	26.59	0.06
Calcio (mg)	310.69-523.06	800	65.38	38.84
Hierro (mg)	4.45-18.51	15	120.67	34.13
Zinc (mg)	3.8-13.71	15	91.8	29.33
Energía (kcal)	493.33-772.36	2000 (hombres)	38.62	24.67
		2750 (mujeres)	28.09	17.94

Con la ingesta de estos alimentos, se ve que el único nutrimento que puede satisfacer su demanda es el hierro, pero también puede ser baja la cantidad ingerida dependiendo de las variedades de cada alimento. El zinc asimismo puede alcanzar valores cercanos a las recomendaciones y finalmente el calcio es nutrimento que se satisface en buena proporción. La cantidad de proteínas es pobre y solamente la leche destaca por su calidad, lo que implicaría una deficiencia. La ingesta de vitamina A es también baja, los análisis mostraron que la leche es enriquecida en pocos casos como lo marca la ley, por lo que el consumidor puede creer que con la ingesta de este alimento se podría suplir la demanda de retinol, sin embargo no es así en realidad. La cantidad de energía aportada es también baja.

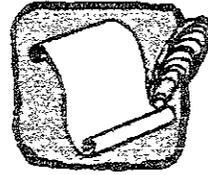
Con estos cuatro alimentos se cubren algunas de las necesidades diarias de un organismo adulto, pero es necesario consumir otros para cubrir las demandas en su totalidad y tener alternativas para no caer en una dieta monótona.

# **Cuarta parte: Conclusiones**



# Capítulo XI

## Conclusiones



---

### *Variaciones ente muestras*

- Las cantidades de nutrimentos de las muestras fueron significativamente diferentes en la mayoría de los casos, razón por la cual no es válido estadísticamente enunciar la composición química de los alimentos estudiados como medias de cada componente, sino con un rango de valores para cada caso.
- Las diferencias más notables entre las muestras fueron de frijol, debido a la manipulación que sufre el producto durante el procesamiento. Los nutrimentos que más cambios mostraron fueron humedad, grasa y cenizas debido a que se añadieron cantidades arbitrarias de ellos durante la preparación.
- El procesamiento en el caso de las tortillas no fue un factor que afectara de manera considerable la composición de las mismas. Las muestras tuvieron semejanzas importantes en cantidades de proteína y carbohidratos y menores en el caso de humedad, fibra y cenizas.
- Las muestras de leche tuvieron variaciones importantes en el contenido de proteínas y vitamina A, ambos casos se pueden deber al procesamiento que sufrieron para su conservación. Los demás nutrimentos mostraron algunas semejanzas.
- El plátano fue el alimento que tuvo las menores variaciones con cuatro de los nueve parámetros estudiados sin diferencias significativas. Lo anterior se debe a que no sufre alteraciones para ser consumido. La maduración de la fruta influyó en la composición por la variación en los niveles de humedad.

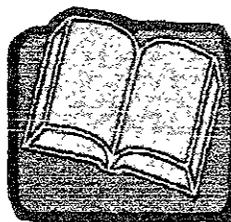
### *Comparación con tablas*

- Los resultados de tortilla mostraron semejanzas con los valores de tablas, sin embargo es importante conocer que la composición puede variar en casos como fibra, hierro y zinc, nutrimentos que no son comúnmente analizados.
- Para el caso de los frijoles con caldo, en las tablas más recientes del INNSZ se tiene solamente un valor de composición, por lo que los resultados obtenidos experimentalmente son de importancia porque aportan información al respecto.
- En el caso del plátano, en las tablas en general no se especifica el grado de madurez de la fruta, y dado que sí hay algunos cambios por esta condición, es importante tener valores en que sí se considere. Las similitudes con los valores teóricos se encontraron en su mayoría en la parte baja de los rangos obtenidos experimentalmente.
- De las muestras de leche, comparando los valores experimentales obtenidos con los teóricos, se vio que se tenían más similitudes que en los otros tres alimentos. Es importante notar que se las tablas carecen de valores de minerales y vitamina A.

### *Aporte nutrimental*

- Con los resultados obtenidos se vio que con los cuatro alimentos se pueden satisfacer las necesidades de hierro, calcio y zinc, pero no así de energía, proteína y vitamina A. Es por ello que es necesario consumir otros alimentos para satisfacer las necesidades del individuo.
- La información con respecto a la composición química de los alimentos junto con las deficiencias en la alimentación del pueblo mexicano son tareas que tienen aún mucho que recorrer, pero es con pasos constantes aunque no con saltos que se puede dar la mejora.

## Bibliografía



- 
1. Adams, M. R. Moss, M. O. *Microbiología de los alimentos*. Acribia. España. 1995. p. 376-379.
  2. Almanza, A. M. G. *Estudio monográfico de la tortilla de maíz nixtamalizado*. Tesis. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2000. p. 7-14.
  3. Álvarez del Villar, J. *Los Cordados: Origen, evolución y hábitos de los vertebrados*. Compañía Editorial Continental. México. 1980. p. 334-335.
  4. Amiot, J. *Ciencia y tecnología de la leche. Principios y aplicaciones*. España. 1991. p. 207.
  5. Anónimo. *Popol-Vuh*. Fondo de Cultura Económica. México. 1990. p. 104.
  6. Appendini, K. *De la milpa a los tortibonos*. El Colegio de México. México. 1992. p. 188-194.
  7. Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). *Official Methods of Analysis*. Estados Unidos. 1995. Cap. 4 p. 1, 4, 5, 17, 18, 22.
  8. Avila-Curiel, A. Chávez Villasán, A. *Encuesta urbana de alimentación y nutrición en la zona metropolitana de la Ciudad de México (ENURBAL95)*. Instituto Nacional de la Nutrición (INNSZ). México. 1995. p. 41, 25-29.

9. Bazúa, C. D. Guerra, R. Sterner, H. *Extruded corn flour as an alternative to lime-beated corn flour for tortilla preparation*. Journal of Food Science. 1979. 44: 940-941.
10. Bluh, B. C. *Banana*. McMillan. Estados Unidos. 1990. p. 85-87.
11. Casas, A. Caballero, J. *Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica*. Ciencias. 1995. 40:44-45.
12. Carbonaro, M. Bonomi, F. Iametti, S. Carnovale, E. *Modification in disulfide reactivity of milk induced by different pasteurization conditions*. 1996. 61(3):495-498.
13. Conquistador Anónimo. *Relación de las cosas de la Nueva España y de la gran ciudad de Tenochtitlan*. Editorial América. México. 1941. p. 28-30.
14. Cornec, M. Wilde, P. Gunning, P. Mackie, A. Husband, F. Parker, M. Clark, D. *Emulsion stability as affected by competitive adsorption between an oil-soluble emulsifier and milk proteins at the interface*. Journal of Food Science. 1998. 63(1):39-43.
15. Cronquist, A. *Introducción a la botánica*. Continental. México. 1984. p. 665-666, 682-688.
16. Champion, J. *Colección agricultura tropical: el plátano*. Editorial Blume. España. 1968. p. 15-20.
17. Cluskey, S. Connolly, J. Devely, R. O'Brien, B. Kelly, J. Harrington, D. Stanton, C. *Lipid and cholesterol oxidation in whole milk powder during processing and storage*. Journal of Food Science. 1997. 62(2):331-337.
18. Davis, R. *La vaca lechera: su cuidado y explotación*. Limusa. México. 1992. p. 11-13.
19. Evans, L. T. *Crop evolution adaptation and yield*. Cambridge University Press. 1993. p. 87-92.

20. Fenemma, O. *Food Chemistry*. Arcel Dekker. Estados Unidos. 1988 p. 513-516.
21. Food and Agriculture Organization (FAO). *FAO Production Yearbook*. 1996. vol 50. p. 61,62.
22. Fuir, H. Tanuminardjo, S. Olson, J. *Training manual for assessing vitamin A status by use of the modified relative dose response and the relative dose response analysis*. Iowa State University. Estados Unidos. 1991. p 50-62.
23. Galán-Sauco, U. *Los frutales tropicales en los subtrópicos: II Plátano (banano)*. Ediciones Mundi-Prensa. España. 1992. p. 75-77.
24. García-Hernández, L. A. *Importaciones mexicanas de leche descremada en polvo en el contexto del mercado mundial y regional*. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 1996. p. 127-133.
25. Gustafsson, E. L. Sandberg, A. S. *Phytate reduction in brown beans (*Phaseolus vulgaris*)*. Journal of Food Science. 1995. 60(1):149-152.
26. Guyton, A. *Tratado de fisiología médica*. Iberoamericana. México. 1977. p 969-973.
27. Haarer, A. E. *Producción moderna de bananas*. Editorial Acribia. España. 1965. p. 224-228.
28. Harris, D. C. *Análisis químico cuantitativo*. Editorial Iberoamérica. México. 1992. p. 498.
29. Hinrichs, J. Kessler, H. G. *Fat content of milk and cream and effects on fat globule stability*. Journal of Food Science. 1997. 62(5) p. 992-995.
30. Hosney, C. *Principios en ciencia y tecnología de cereales*. Acribia. España. 1991. p. 58-61.

31. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (*Indicadores del sector alimentario: consumo aparente de los principales productos agropecuarios*).[En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999] Disponible en internet World Wide Web: [www.inegi.gob.mx/economia/espanol/biosa/bio\\_04.html](http://www.inegi.gob.mx/economia/espanol/biosa/bio_04.html).
32. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (*Índice del volumen físico de la industria de alimentos por clases seleccionadas*).[En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.inegi.gob.mx/economia/espanol/biosa/bio\\_12.html](http://www.inegi.gob.mx/economia/espanol/biosa/bio_12.html).
33. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (*Principales características geográficas, de fauna, tipos de vegetación, climas, extensión, fronteras, litorales y zona económica exclusiva*).[En línea]. México. Citado en 1997 [revisado el 5 de febrero del 2000]. Disponible en internet World Wide Web: [www.inegi.gob.mx/territorio/español/datosgeogra/:vegfauna/principa.html](http://www.inegi.gob.mx/territorio/español/datosgeogra/:vegfauna/principa.html), [exteri/frontera.html](http://www.inegi.gob.mx/territorio/español/datosgeogra/:exteri/frontera.html), [climas/principa.html](http://www.inegi.gob.mx/territorio/español/datosgeogra/:climas/principa.html), [fisigeo/tfis.html](http://www.inegi.gob.mx/territorio/español/datosgeogra/:fisigeo/tfis.html).
34. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. *Tablas de composición de alimentos mexicanos*. México. 2000.
35. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán(INNSZ). *Encuesta Nacional de alimentación y nutrición en el medio rural (ENAL96)*. México. 1996. p. 1-10.
36. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán(INNSZ). *Tablas del uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México*. México. 1992.
37. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). *Tablas de composición química de alimentos*. México. 1994.

- 
38. Jung, M. Lee, K. Kim, S. *Retinyl palmitate isomers in skim milk during light storage as affected by ascorbic acid*. Journal of Food Science. 1998. 63(4):597-600.
39. Kaplan, L. Marcneish, R. S. *Prehistoric bean remains from caves in the Ocampo region on Tamaulipas, Mexico*. Botanical Leaflets. Harvard University. 19(2):33-56.
40. Keating, P. *Introducción a la lactología*. Limusa. México. 1999. p. 127-129.
41. Larkins, B. A. Lending, C. R. Wallace, J. C. *Modification of maize-seed protein quality*. American Journal of Clinical Nutrition. 1993. Supplement 58: 2643-2649.
42. León-Portilla, M. *De Teotihuacán a los aztecas*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1983. p. 475.
43. Liconsa. (*Misión y visión*).[En línea]. México. Citado en 2000 [revisado el 20 de octubre del 2000] Disponible en internet World Wide Web:  
[www.liconsa.gob.mx/mision/mision2.html](http://www.liconsa.gob.mx/mision/mision2.html).
44. Lima Romero, J. F. *El plátano: su cultivo, composición química, valor nutritivo y diversos productos para su consumo y aprovechamiento industrial*. Tesis. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1985. p. 225-227.
45. Loesecke, H. *Bananas. Economic Crops. Vol I Chemistry, Physiology and Technology*. Interscience Publishers. Estados Unidos. 1950. p. 67-99.
46. López, A. *A complete course in canning. Vol III: Processings procedures for canned food products*. Estados Unidos. 1987. p. 301-304.
47. Madrigal, H. Moreno, O. Chávez, A. *Encuesta de alimentación en el medio rural (ENAL89)*. Instituto Nacional de la Nutrición (INNSZ). México. 1989. p. 2-20.

48. Martorell, R. *Nutritional adaptation in man: Cap. 6 Child grow retardation, a discussion of its causes and its relationships to health*. Inglaterra. 1985. p. 12-36.
49. Maynard, D. N. (*Bean*). Citado en 1992 [revisado el 4 de abril del 2000]. Estados Unidos. 1992. p. 1-3. Disponible a través de Software Toolworks Multimedia Enciclopedia.
50. Mathews, R. *Legumes: chemistry, technology and human nutrition*. Marcel Dekker Inc. Estados Unidos. 1989. p. 340-360.
51. Merck and Co. *The Merck Index*. Estados Unidos. 1963. p. 9818.
52. Montañez, C. Aburto, H. *Maíz, Política constitucional y crisis agrícola*. Centro de Investigaciones del Medio Rural. Editorial Nueva Imagen. México. 1979. p. 161-171.
53. Montgomery, D. *Design and analysis of experiments*. John Wiley and Sons. Estados Unidos. 1996. p. 74-76.
54. Morton, J. *Fruits of warm climates: Ch. 4 Banana*. Purdue University. Estados Unidos, 1987. p. 29-46.
55. Muelanaere, M. *Toxicity and haemagglutinating activity of legumes*. Nature. 1965. 206(4986): 827-828.
56. Muller, H. G. Tobin, G. *Nutrición y ciencia de los alimentos*. Acribia. España. 1995. p. 4-46.
57. Museo Nacional de Culturas Populares. *El maíz, fundamento de cultura popular mexicana*. García Valdés Editores. México. 1982. p. 13-17.

- 
58. Nava Ramírez, M. S. R. *Composición química y contenido de compuestos tóxicos termolábiles en dos variedades de frijol en diferentes fases de su desarrollo*. Tesis. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1988. p. 7-10.
59. Nieto, Z. Cañizo, M. A. *Manual de Productos Lácteos*. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1999. p. 16-18.
60. Organización Mundial de la Salud. (*World Health reports, selected indicators*). [En línea]. Suiza. Citado en 2000 [revisado el 27 de noviembre del 2000]. Disponible en internet World Wide Web:  
[www-nt.who.int/whosis/statistics/w...tics,whr\\_select,endpoint&language=english](http://www-nt.who.int/whosis/statistics/w...tics,whr_select,endpoint&language=english)
61. Pomeranz, Y. Meloan, C. *Food Analysis*. Chapman Hall. 1994. p. 575, 612, 625.
62. Porter, J. W. *Productos lácteos*. Acribia. España. 1991. p. 7-10.
63. Ramamoorthy, T. P. Bye, R. Lot, A. Fa, J. *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University. Estados Unidos. 1993. p. 452.
64. Ramaswamy, H. S. *Postharvest technology of fruits and vegetables*. Mc Gill University. Canadá. 1998. p. 57, 58, 80, 81.
65. Reaves, P. M. Pegram, C. W. *El ganado lechero y las industrias lácteas en la granja*. Limusa. México. 1982. p. 419-423.
66. Robinson, R. *Mind your bones without the milk*. Better Nutrition. 1996. 61(3):36.
67. Rooney, L. *Productos de maíz nixtamalizado y calidad del maíz*. Universidad de Texas. Estados Unidos. 1991. p. 10-11.
68. Salvat, J. Rosas, J. L. *Historia de México*. Salvat Editores. México. 1986. p. 329.

69. Sauls, J. *Banana*. Texas University. Estados Unidos. 1993. p. 18-20.
70. Secretaría de Agricultura, ganadería y desarrollo rural (SAGAR). (*Anuario estadístico agropecuario de la producción de los Estados Unidos Mexicanos*). [En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 15 de agosto de 2000]. Disponible en internet World Wide Web: [www.cea.sagar.gob.mx/prodmex/prinprda.html](http://www.cea.sagar.gob.mx/prodmex/prinprda.html).
71. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-026-1997-SCFI. Leche- Denominación, especificaciones comerciales y métodos de prueba*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de noviembre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-026-1997-SCFI.zip)
72. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-046-S-1980. Harina de maíz nixtamalizado*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-046-S-1980.zip)
73. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-066-S-1978. Alimentos. Determinación de ceniza*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 10 de enero del 2000]. Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-066-S-1978.zip)
74. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de Proteínas*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 10 de enero del 2000] Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-068-S-1980.zip)

75. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-086-S-1986. Alimentos. Determinación de humedad*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 10 de enero del 2000]. Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-086-S-1986.zip)
76. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-089-S-1978. Alimentos. Determinación de extracto etéreo*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 10 de enero del 2000]. Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-089-S-1978.zip)
77. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-090-S-1978. Alimentos. Determinación de fibra cruda*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 10 de enero del 2000]. Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-090-S-1978.zip)
78. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-F-478-1985-SCFI. Alimentos-Frijoles envasados*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999] Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-F-748-1985.zip)
79. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-FF-029-1995-SCFI. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Fruta fresca-plátano (*Musa sapientum* L.) Especificaciones*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999] Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-FF-099-1995.zip)

- 
80. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-FF-034-1995-SCFI. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Cereales-maíz (*Zea mays* L.) Especificaciones y métodos de prueba*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999] Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-FF-034-1995.zip)
81. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (*Norma Mexicana NMX-FF-038-1995-SCFI. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Leguminosas-frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) Especificaciones y métodos de prueba*). [Archivo comprimido]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999] Disponible en internet World Wide Web: [www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html](http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html) (nmx-FF-038-1995.zip)
82. Secretaría de Educación Pública. *Manuales para la educación agropecuaria: bovinos de leche*. Editorial Trillas. México. 1992. p. 9-12.
83. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana. (*NOM-002-SSA1-1993. (Salud Ambiental Bienes y servicios. Envases metálicos para alimentos y bebidas. Especificaciones de la costura. Requisitos sanitarios)* [En línea]. México. Citado en 1994 [revisado el 15 de octubre de 1999] . Disponible en internet World Wide Web: [www.ssa.gob.mx/nom/002ssa.html](http://www.ssa.gob.mx/nom/002ssa.html).
84. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana. (*NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales*). [En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 15 de octubre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.ssa.gob.mx/nom/086ssa.html](http://www.ssa.gob.mx/nom/086ssa.html).

- 
85. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana. (NOM-091-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Leche pasteurizada de vaca. Disposiciones y especificaciones sanitarias*). [En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 15 de octubre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.ssa.gob.mx/nom/091ssa.html](http://www.ssa.gob.mx/nom/091ssa.html).
86. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana. (NOM-117-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica*). [En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 17 de octubre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.ssa.gob.mx/nom/117ssa.html](http://www.ssa.gob.mx/nom/117ssa.html).
87. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana. (NOM-127-SSA1-1994. *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*). [En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 15 de octubre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.ssa.gob.mx/nom/127ssa.html](http://www.ssa.gob.mx/nom/127ssa.html).
88. Secretaría de Salud. Proyecto de Norma Oficial Mexicana. NOM-144-SSA1-1995. *Bienes y servicios. Leche rehidratada y reconstituida, pasteurizada y ultrapasteurizada. Disposiciones y especificaciones sanitarias*. [En línea]. México. Citado en 1999 [revisado el 15 de octubre de 1999]. Disponible en internet World Wide Web: [www.ssa.gob.mx/nom/144ssa.html](http://www.ssa.gob.mx/nom/144ssa.html).
89. Secretaría de Salud. *Reglamento de control sanitario de productos y servicios*. Diario Oficial. México. Noviembre, 1999. p. 28.
90. Serna, S. O. *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*. AGT. Editor. México. 1996. p. 89-93.

- 
91. Serna Saldívar, S. O. Gómez M. H. Rooney, L. W. *Advances of cereal science and technology: Ch. 4: Technology, chemistry, and nutritional value of alkaline-cooked corn products*. American Association of Cereal Chemists. Estados Unidos. 1990. 243-279.
92. Smith, J. *Food Packaging*. Mc Gill University. Canadá. 1997. p. 98-100.
93. Spreer, E. *Lactología Industrial*. Acribia. España. 1991. p. 7-29.
94. Tufts University. *Milk, yes, but from what kind of container?* Tufts University, Health and Nutrition Letter. 1999. 16(11):18.
95. Varios. *La Santa Biblia*. Artes Gráficas Carasa. España. 1994. p 317.
96. Vavilov, N. I. *México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas cultivadas del nuevo mundo*. Revista de Geografía Agrícola. 1930. p. 15-34.
97. Varnam, A. *Leche y productos lácteos*. Acribia. España. 1995. p. 59-61.
98. Villanueva Marín, M. J. *Evaluación nutricional del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*, L) en función a su proceso de cocción*. Tesis. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1988. p. 7-10.
99. Viola, H. Margelis, C. *Seeds of change*. Smithsonian Institution Press. Estados Unidos. 1991. p. 44-47.
100. Voet, D. Voet, J. *Bioquímica*. Ediciones Omega. España. México. 1990. p. 225.

101. Walstra, P. Sennes, R. *Química y Física lactológica*. Acribia. España. 1984. 320-327.
102. Wu, W. Williams, W. P. Kunkel, M. E. Acton, J.C. Wardlaw, F. B. Huang, Y. Grimes, L. W. *Thermal effects on in vitro protein quality of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*)*. Journal of Food Science. 1994. 54(6):1187-1191.
103. Whitney, E. R. Rolfes, S. R. *Understanding Nutrition*. West Publusing Company. Estados Unidos. 1996. Cap. 2, 4, 5, 6 y 12.
104. Young, C. T. How, J. S. *Commercial fruit processing*. Avi Publishing Company. Estados unidos. 1986. p. 120-125.

### *Fe de erratas*

**P. 17** dice: el retinol la proteína opsina, debe decir: el retinol y la proteína opsina

**P. 35** dice: (solubles en solución de alcohol, debe decir: (solubles en solución de alcohol)

**P. 73** dice: Figura 5, debe decir: Figura 6

**P. 81** dice: terminaciones, debe decir: *determinaciones*

**P. 82** dice: Concentración mg/mL, debe decir Concentración  $\mu\text{g/mL}$ . Dice: Area mvs, debe decir: Area  $\mu\text{vs}$

**P. 101** dice: 86.97-184.78%, debe decir: 86.97-184.78 mg

**P. 129** dice: Figura 34: Leche en polvo, debe decir: Figura 34: Leche pasteurizada. Dice: Figura 35: Leche pasteurizada, debe decir: Figura 35: Leche reconstituida

**P. 130** dice: 2 Reconst. debe decir: 2 Pasteurizada. Dice 3 Pasteurizada, debe decir: 3 Reconst.